

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie



Bc. Alena Kocurková

Sukcese měkkýších společenstev v lomech Českého krasu

**Succession of mollusc assemblages in quarries of
Bohemian Karst**

Diplomová práce

Školitelka RNDr. Lucie Juříčková, PhD.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pod vedením školitelky RNDr. Lucie Juříčkové, PhD., a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Jsem si vědoma, že případné využití výsledků uvedených v této práci mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity. Svoluji k zapůjčení práce pro studijní účely.

V Praze dne

Alena Kocurková

Abstrakt

V 18 opuštěných vápencových lomech různého stáří na území CHKO Český Kras jsem sledovala sukcesi měkkýších společenstev. S postupem času, a tím pádem sukcese, počet druhů měkkýšů ve studovaných lomech stoupá, avšak u nejstarších lomů je znatelný, i když neprůkazný, trend úbytku druhů, způsobený pravděpodobně poklesem stanovištní diverzity. Z analýz všech proměnných prostředí se ukázalo, že největší vliv na složení malakocenóz má typ okolní vegetace lomu. Velký vliv má také světlo a pokryvnost stromového patra, ale je důležité brát ohled na korelace s dalšími proměnnými prostředí. Složení malakocenóz na severně a jižně orientovaném svahu lomů se liší, ale s postupující sukcesí se rozdíly zmenšují. Lomy představují vhodné modelové prostředí pro výzkum sukcese.

Klíčová slova: měkkýši, vápencové lomy, sukcese, Český kras

Abstract

Molluscan succession was studied in 18 abandoned limestone quarries of different age in Bohemian Karst. The number of species in studied quarries increases in the time. The less species were found in the oldest quarries. This trend was probably caused by habitat diversity decline although it is not conclusive. The best predictors of mollusk species composition are type of surrounding vegetation, light and the cover of tree layer. It is important to take into account correlations of the other environmental variables with light and the cover of tree layer. Compositions of mollusk assemblages of north and south-facing slopes differ, but these differences diminish with ongoing succession. Quarries represent suitable model sites for the study of succession.

Key words: molluscs, limestone quarries, succession, Bohemian Karst

Obsah

1 Úvod a literární přehled	5
2 Materiál a metodika	9
2.1 Výběr lokalit	9
2.2 Odběr a zpracování vzorků	11
2.3 Vyhodnocení získaných dat.....	12
2.3.1 Vysvětlující proměnné a jejich analýza.....	12
2.3.2 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz	13
2.3.3 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů.....	14
2.3.4 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů	15
3 Výsledky	16
3.1 Vzájemné vztahy proměnných prostředí	16
3.2 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz	16
3.3 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů.....	23
3.4 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů	31
4 Diskuse.....	32
4.1 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz	32
4.2 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů.....	34
4.2.1 Vliv na početnosti druhů	34
4.2.2 Složení malakocenóz v průběhu sukcese.....	35
4.3 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů	36
5 Závěr	37
6 Poděkování.....	38
7 Literatura.....	39
8 Přílohy.....	43

1 Úvod a literární přehled

Po dlouhá desetiletí bylo pohlíženo na opuštěné lomy jako na ošklivé jizvy krajiny. Avšak s postupem času a sukcese se ukazuje, že opuštěné lomy jsou nejen geologicky, ale i přírodovědně velmi zajímavé (Ložek 1980). Po ukončení těžby a opuštění lomu zde mohou vzniknout náhradní stanoviště lesostepních a skalních ekosystémů, které jsou v dnešní krajině ohrožené. Je však nutné, aby byly zachovány alespoň drobné, přirozené ostrůvky reliktních stanovišť, odkud mají druhy možnost se šířit na nová stanoviště (Ložek & Cílek 1992, Chuman 2007). Lomovou těžbou také mohou vzniknout biotopy, které v původním terénu neexistovaly nebo byly vzácné (Tichý & Sádlo 2001).

Mimo jiné nám opuštěné lomy poskytují možnost sledovat postup sukcese a to nejen sledováním jedné lokality po desetiletí, ale i pozorováním více sukcesních stádií v různých lomech zároveň.

Sukcese v lomech bývá studována z rozličných důvodů. Jedním z nejčastějších je porovnání sukcese živočišných a rostlinných společenstev v rekultivovaných lomech a v lomech ponechaných přirozené sukcesi (Cullen et al. 1998, Novák & Prach 2003, Prach & Pyšek 2001, Tropek et al. 2010, Wheeler & Cullen 1997 a další). Druhovú bohatost v lomech ponechaných přirozené sukcesi nemusí být větší než v rekultivovaných, ale vzácnější druhy výrazně preferují lomy ponechané přirozené sukcesi (Tropek et al. 2010).

Pro srovnání bývají také často zařazena do výzkumů i data z blízkých přirozených stanovišť. Cullen et al. (1998) uvádějí, že druhové složení vegetace rekultivovaných a přirozených ploch si je vzájemně podobnější než s plochami ponechanými spontánní sukcesi. Podle Bella et al. (1998) je abundance a diverzita arachnocenóz v rekultivovaných a dále obhospodařovaných lomech po cca 10 letech srovnatelná s přirozenými stanovišti. Někdy je zjištěna i větší druhová bohatost v rekultivovaných lomech než na přirozených stanovištích, jako je tomu v případě studie provedené na druhovém složení mravenců v písčových dolech (Bisevac & Majer 1999).

Mnoho různých studií se zabývá sukcesí jako takovou. Studovány bývají rozličné skupiny organismů. Velmi často je studována vegetace, u které je tradičně přepokládán signifikantní nárůst druhové diverzity s dobou od opuštění lomu až do ustanovení klimaxu (Bazzaz 1975; Jian-Gang Yuan et al. 2006). S tím jsou v rozporu výsledky O'Connrové & Aarssena (1987), kdy druhová diverzita vegetace byla stejná v lomu opuštěném 2 roky a 21 let. Ve většině studií je zkoumána vegetace dna lomu. Ursic et al. (1997) se zaměřil na

sukcesi vegetace stěny lomu a dospěl k závěru, že druhová bohatost a komplexita složení rostlinného společenstva na stěně narůstá po cca 70 let od ukončení těžby, poté kvůli zastínění okolními stromy klesá.

Také studie Bisevace & Majera (1999) poukazuje na nárůst tentokráte počtu druhů mravenců v lomech s dobou od ukončení těžby respektive od počátku rekultivace. Podle Beneše et al. (2003) počet druhů xerofilních motýlů se stářím lomu klesá, pokud dochází k zarůstání lesem. Avšak dojde-li k ustanovení xerothermní stepi, může druhová diverzita stoupnout.

Sukcesi je také možno zkoumat na rozličném podloží, které velmi ovlivňuje druhové složení vegetace a na ni vázaná živočišná společenstva. Avšak v pracích zabývajících se sukcesí jsem narazila na porovnání různých podloží jen zřídka. Davis & Jones (1978) a Davis (1979) porovnávají křídové a vápencové lomy. V prvním případě jsou sledováni půdní členovci. V druhém případě jsou to rostliny, ptáci a netopýři. Topek a Konvička (2008) zkoumali arachnocenózy ve dvou lomech žulových a jednom vápencovém. Rozdílné podloží podle nich nemá vliv na počet druhů pavouků, ale mírně ovlivňuje výskyt konkrétních druhů. Pro pavouky totiž nejsou důležité konkrétní rostliny, ale jejich vhodné prostorové uspořádání.

Měkkýši, kteří jsou hlavním předmětem mého výzkumu, nejsou z hlediska studia sukcese příliš využívanou skupinou. Davis & Jones (1978) a Wheeler & Cullen (1997) se ve svých studiích ohledně sukcese biocenóz v lomech zmiňují i o měkkýších. Avšak v obou případech nebyla použita vhodná metodika sběru měkkýšů, v podstatě byli náhodou odchyceni do zemních pastí.

Růžičková (2008) na základě studia sukcese měkkýších společenstev na bývalých pastvinách zjistila, že s postupem času přibývá počet druhů i jejich abundance. Také zjistila, že v průběhu sukcese mizí druhy otevřených stanovišť v prvních stádiích sukcese. Další stádium je možné charakterizovat obměnou druhového složení lesních malakocenóz, což si autorka vysvětluje souvislostí se složením a vzdáleností zdrojových populací a schopností udržet se na nových lokalitách. Avšak připouští i vliv náhody.

Zajímavým jevem je také kolonizace opuštěných lomů od okrajů do středu. V podstatě můžeme tak pozorovat různá sukcesní stádium na jedné lokalitě zároveň. Velmi vhodnou skupinou pro studium tohoto jevu jsou měkkýši a to především díky jejich nízké vagilitě a silné vazbě na prostředí. Touto tematikou se zabýval Maltz (2011). Z jeho práce mimo jiné vyplývá, že velký vliv na osídlení lomu má okolní typ vegetace. To podporuje také např. Prošková (2009) nebo Novák & Konvička (2006).

Majoer & Lever (1999) se podívali na sukcesi malakofauny zase trochu jinak. Po 12 letech se vrátili do jimi již dříve prozkoumaného lomu. Byl zjištěn nárůst počtu druhů z 10 na 18, avšak u některých druhů došlo k výraznému poklesu abundance. Např. počet jedinců druhu *Candidula intersecta* klesl z 278 na pouhých 12, což se dá vysvětlit větším zastíněním lokality.

Kromě sukcese mě také zajímá rozdíl mezi severně a jižně orientovaným svahem (stěnou) lomu. Cantlon (1953) zjistil, že vegetace a mikroklima severně a jižně orientovaného svahu se znatelně liší. Vlivem různého oslunění je na jižním svahu vyšší teplota půdy i vzduchu ve 2m, také je zde vyšší odpar vody. Mikroklima ovlivňuje množství oblačnosti, roční období a s tím i související periodicitu vegetace a také přítomnost a pokryvnost jednotlivých vegetačních pater. Vliv oslunění je též znatelný na druhovém složení vegetace na obou svazích (Cantlon 1953). Protože měkkýši jsou úzce vázáni na své okolí a s ním spojené faktory (např. Ložek 1962, Martin & Sommer 2004, Waldén 1981, Wärebörn 1970), je možné, že by různá orientace svahů v lomu mohla mít vliv i na malakofaunu.

K vyhodnocování získaných dat je možné přistupovat různými způsoby. Mohou tak vznikat čistě faunistické či vegetační studie, nebo mohou být prováděny různé matematické analýzy. Studie zabývající se sukcesí v lomech využívají oba typy metod. Avšak analytické metody jsou častěji používány na data o vegetaci (např. Karešová 2007) než na data zoologická (např. Beneš et al. 2003). Jedním ze záměrů této práce je také ekologická analýza.

Jako modelovou oblast pro můj výzkum jsme vybrali Český kras. Důvodů bylo hned několik. Český kras má převážně vápencové podloží, které je vhodné pro hojný výskyt mnoha druhů suchozemských plžů. V této oblasti se nachází mnoho vápencových, různou dobu opuštěných lomů. Tím je nám poskytnuta možnost studovat jednotlivá sukcesní stadia lomových společenstev zároveň. V lomech Českého krasu bylo již provedeno několik prací zabývajících se sukcesí. Studie se věnují různým skupinám. Sukcesi vegetace se věnuje např. Karešová (2007) nebo Prošková (2009). Arachnocenózy zkoumal Kůrka (2000) a sukcesí vegetace spolu s různými skupinami členovců sledovali Tropek et al. (2010).

Na území Českého krasu je malakofauna prozkoumána nejpodrobněji z celého území našeho státu a dost možná i celé střední Evropy. Avšak jsou to především faunistické záznamy. Řada z nich existuje pouze ve formě zpráv na Správě CHKO Český kras. Důležité údaje shrnuje Ložek (1974). Konkrétně lomům, alespoň z části, se věnují

Hlaváč (2002) a Pflieger (2000). Z výsledků, které Pflieger (2000) uvádí, je možné nepřímo usuzovat, že počet druhů se stářím lomu roste.

Cíle:

- 1) Určit, které faktory prostředí nejvíce ovlivňují složení malakocenóz v lomech.
- 2) Zjistit, jaký vliv má doba od ukončení těžby na diverzitu měkkýších společenstev.
- 3) Srovnat, zda se liší malakofauna severně a jižně orientovaných svahů v různě starých lomech.

2 Materiál a metodika

2.1 Výběr lokalit

Ještě před výzkumem v terénu bylo nutné vybrat správné lokality pro odběr ručních a hrabankových vzorků. Byla zvolena kritéria, která by měly jednotlivé lokality splňovat.

Jsou to:

- známá doba od ukončení těžby
- minimální velikost
- jižní orientace svahu (ve vybraných případech pak i opačná)
- přirozený vývoj vegetace (bez větších rekultivačních zásahů)

Vzhledem k tomu, že jedním z cílů této práce je sledování sukcese v různou dobu opuštěných lomech, bylo nutné pokrýt co nejdelší časovou řadu. Velikost lomu byla důležitá především kvůli tomu, aby na všech lokalitách bylo možné provést odběr vzorků na stejně velké ploše.

Na rozdíl od výše citovaných studií se moje práce nezabývá posuzováním vlivu rekultivace na malakocenózy v lomech, vybírali jsme tedy lomy s přirozeným vývojem v celém prostoru lomu nebo alespoň ve sledované části.

Na základě předchozích kritérií bylo vybráno více různých lomů ze soupisů lomů ČSR od Vachtla (1949a, 1949b) a Prokopa (1951). Tento výběr byl zúžen po konzultaci s RNDr. Vojenem Ložkem, DrSc. a RNDr. Karlem Žákem, CSc., kteří jsou nejlepšími znalci místních poměrů.

Ke konečnému výběru zkoumaných lokalit došlo až po prohlédnutí jednotlivých lomů v terénu. Zde posloužila vegetace jako poslední kritérium. Bylo nutné vybrat lomy s co nejpřirozenější vegetací, která také přibližně odpovídala době od ukončení těžby. Jako příklad nevhodného lomu je např. lom Koledník, který uvádí Vachtl (1949a) jako opuštěný, ale na současné vegetaci jsou velmi znát časté zásahy člověka, už jen na množství cestiček a na hojné přítomnosti ovocných stromů. Jinými slovy údaje o rekultivaci bylo nutné vždy ověřovat v terénu.

V následující tabulce (Tab. 1) jsou uvedeny všechny mnou zkoumané lomy. Jak jsem již v úvodu uvedla, má práce se také zabývá rozdílem severně a jižně orientovaných svahů v různě dlouhou dobu opuštěných lomech. U lomů, ve kterých byl tento jev zkoumán, je v tabulce uvedena orientace jih i sever.

Rozmístění lomů v oblasti Českého krasu a jejich fotografie viz Přílohy 1 a 2.

Tab. 1: Soupis lokalit a jejich základní charakteristiky, seřazeno podle roku ukončení těžby.

Číslo lomu	Název lomu	Zkratka	Rok ukončení těžby	Orientace svahu	Datum sběru	Zeměpisná šířka (s.š.)	Zeměpisná délka (v.d.)	Nadmořská výška (m n.m.)
1	Na Sekyře	Sekyra	1910	Jih	26.10.2011	49°56'49,3"	14°05'08,7"	360
2J 2S	Pod Prostředním mlýnem	ProsM_J ProsM_S	1915	Jih Sever	11.6.2010 5.5.2011	50°00'09"	14°15'30"	396
3J 3S	Kobyla	KobylaJ KobylaS	1929	Jih Sever	11.6.2010	49°54'46,2"	14°04'53,4"	372
4	Budňanský	Budnan	1930	Jih	12.4.2011	49°57'13,059"	14°10'16,442"	375
5	Kamensko	Kamen	1930	Jih	11.6.2010	49°57'23,777"	14°10'11,841"	405
6	Cífkův	Cífkuv	1940	Jih	28.6.2010	49°58'53,584"	14°10'19,084"	413
7	Alkazar	Alkazar	1940	Jih	28.10.2010	49°57'00,54"	14°07'29,57"	230
8J 8S	Záloženský	Zaloz_J Zaloz_S	1950	Jih Sever	28.6.2010	49°58'54,804"	14°10'26,746"	421
9	Petzoldův	Petzold	1960	Jih	5.8.2010	49°55'55,3"	14°09'10"	224
10	Na Chlumu	Chlum	1961	Jih	28.10.2010	49°56'45,86"	14°08'03,24"	320
11	Hergetův	Hegert	1962	Jih	28.9.2009	49°56'52,2"	14°05'28,8"	367
12	Nový Bílý	BilyLom	1962	Jih	28.9.2009	49°56'33"	14°05'07,7"	353
13	Solvayův	Solvay	1963	Jih	19.9.2009	49°58'20,4"	14°08'38,4"	350
14	Lom v PP Cikánka II.	Cikanka	1965	Jih	25.9.2009	50°00'05,789"	14°19'35,838"	300
15	Starý Čížovec	StCiz	1968	Jih	19.9.2009	49°58'12,291"	14°13'20,269"	360
16J 16S	Kuchařík	Kuch_J Kuch_S	1983	Jih Sever	28.6.2010 12.4.2011	49°58'16,754"	14°15'17,823"	368
17	Plešivec	Plesiv	1994	Jih	5.8.2010	49°54'21,5"	14°05'33,6"	446
18	Nový Čížovec	NovCiz	2006	Jih	19.9.2009	49°58'10,86"	14°13'23,64"	370

2.2 Odběr a zpracování vzorků

V letech 2009 až 2011 byly provedeny odběry vzorků v 18 lomech. Na ploše o rozměru 20m (podél svahu) x 5m (do dna lomu) jsem ručně sbírala měkkýše po dobu jedné hodiny. Tento obdélník byl vždy zvolen tak, aby byl umístěn na jižně (v několika případech severně) exponované straně a zároveň zahrnoval co největší stanovištní diverzitu na dané lokalitě. Následně byl na stejné ploše odebrán hrabankový vzorek a to vždy z plošek zhruba 10x10 cm tak, aby objem hrabanky byl ze všech lokalit stejný (cca 7 litrů).

Hrabankové vzorky jsem nechala dokonale proschnout. Vyplavením suchých vzorků se oddělila anorganická a organická frakce. Anorganická část klesla ke dnu plavící nádoby, zatímco organický materiál včetně vzduchem naplněných ulit zůstal na hladině, odkud jsem jej sebrala jemným sítem. Takto vytríděný materiál jsem opět usušila a následně z něj vybrala ulity.

Získané ulity z hrabankových vzorků i ručních sběrů byly určovány podle klíče Ložka (1956). Použitá nomenklatura je použita podle Horsáka et al. (2010). U druhu *Alinda biplicata* jsem rozlišovala dvě formy – hladkou a žebernatou. Hladká forma je nejspíše poddruhem, který se nazývá *Alinda biplicata bohemica*, avšak raději jsem tuto formu nerozlišovala jako poddruh, kvůli velké variabilitě tvaru a velikosti (Ložek, 1956).

Od každého druhu byli započítáváni jak dospělí tak juvenilní jedinci. Jejich schránky byly rozděleny na čerstvé (aktuálně živé druhy), uhynulé až při sušení vzorku a staré. Důvodem k tomuto rozdělení byla nutnost zjistit aktuální stavy malakocenóz v odlišně dlouhou dobu opuštěných lomech.

Vhodnost tohoto postupu podporují výsledky Říhové (2009), která doporučuje na suchých lokalitách s vysokým pH zařadit do analýz u malých druhů schránky dokonale průsvitné, maximálně s bodovým zakalením. Protože rozklad velkých druhů probíhá mnohem pomaleji, než koroze druhů drobných, je možné usuzovat, že schránky velkých plžů přetrvávají mnohem déle. Je tak vhodnější zahrnout do počtů jen schránky živých či krátkou dobu uhynulých velkých plžů. Tento fakt jsem zjišťovala podle přítomnosti zbytků těla anebo epifragmy v ústí ulity.

V rámci ručních sběrů byly také zaznamenány některé druhy nahých suchozemských plžů. Tyto druhy byly z prováděných analýz vyřazeny. To proto, že výskyt těchto plžů v povrchových vrstvách půdy a na vegetaci závisí velmi na aktuální vlhkosti prostředí a na ročním období. Ani dva druhy vodních plžů, které jsem našla v Solvayově lomu,

nemohly být zařazeny do analýz, protože má práce se zabývá vývojem suchozemských měkkýších společenstev. Mimo jiné jsem na žádné další lokalitě neobjevila vodní druhy plžů a tak by bylo zahrnutí těchto dvou druhů do analýz zavádějící.

Zároveň s odběry vzorků byly na všech lokalitách sledovány různé faktory prostředí. Především to byla doba ukončení těžby, orientace vzorkovaného svahu, typy nejbližší okolní vegetace, přítomnost suti a složení vegetace (Přílohy 3 a 4).

2.3 Vyhodnocení získaných dat

2.3.1 Vysvětlující proměnné a jejich analýza

V následujícím seznamu jsou uvedeny vysvětlující proměnné prostředí. V závorce je uvedena zkratka, kterou jsem používala v analýzách a tabulkách.

- Doba od ukončení těžby (AGE) – doba je vztažena k roku 2010
- Ozářenost (RADIAT) – vypočtena na základě údajů o sklonu, orientaci svahu a zeměpisné šířce (McCune & Keon 2002)
- Nadmořská výška (ALTITUDE) – též měřena pomocí GPS v terénu, kontrolována na mapě
- Typ okolní vegetace (Surround) – za použití fuzzy kódování vytvořeny čtyři kategorie (FIELD, STEPPE, NatFor, MonocFor)
- Přítomnost suti (SCREE) – dvoustavová kategoriální proměnná
- Počet čerstvých druhů suchozemských plžů (LiveM)
- Pokryvnosti vegetačních pater v % (E3 – stromové, E2 – keřové, E1 – bylinné, E0 – mechové)
- Složení vegetace

Fytocenologické snímky cévnatých rostlin byly zapsány na plochách 10x10 m u lesních společenstev a 5x5 m u nelesních společenstev. Pokryvnosti jednotlivých pater vegetace byly vyjádřeny v procentech a pokryvnosti zaznamenaných taxonů cévnatých rostlin byly zapsány podle devítistupňové Braun-Blanquetovy stupnice (van der Maarel, 1979).

Fytocenologické snímky byly vloženy do databáze programu TURBOVEG (Hennekens & Schaminee 2001) a následně převedeny do programu JUICE (Tichý 2002), ve kterém jsou nalezeným druhům cévnatých rostlin z jednotlivých snímků přiřazeny Ellenbergovy indikační hodnoty (EIH) pro vybrané faktory prostředí (viz níže), ze kterých

je následně vypočítán jejich nevážený průměr. Jedná se o empiricky stanovené hodnoty, které vyjadřují toleranci druhů k několika vybraným faktorům prostředí (Ellenberg et al. 1992). Nevážené průměry těchto faktorů vypočtené pro jednotlivé vegetační snímky posloužily jako další proměnné prostředí ve statistickém vyhodnocení. Jsou jimi hodnoty pro světlo (LIGHT), teplotu (TEMP), kontinentalitu (CONT), vlhkost (MOIST), půdní reakci (SOIL) a obsah živin (NUTR) (Ellenberg et al., 1992). Zápis snímků a jejich vyhodnocení pomocí programů TURBOVEG a JUICE provedla Mgr. Jitka Horáčková. Použití EIH jako proměnných prostředí k analyzování malakocenóz jsem vybrala na základě studie Horsáka et al. (2007).

Data o pokryvnostech rostlin byla analyzována v programu CANOCO for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002) detrendovanou korespondenční analýzou (DCA), ze které jsem získala skóre fytoecologických snímků na prvních čtyřech ordinačních osách DCA vegetace (VegDCA1-4). Tato skóre byla přidána jako další vysvětlující proměnné. Do následujících analýz vstupují informace získané z vegetačních snímků už jen jako proměnné prostředí.

V následujících částech mé práce se objevují pojmy nezávislá a závislá proměnná. Jako nezávislé proměnné jsou brány doba od ukončení těžby, ozáření, nadmořská výška, typ okolní vegetace, přítomnost suti a Ellenbergovy hodnoty. Za proměnné závislé považuji pokryvnosti vegetačních pater, skóre fytoecologických snímků na prvních čtyřech ordinačních osách DCA vegetace a počet živých druhů měkkýšů.

Abych zjistila vzájemné vztahy mezi jednotlivými proměnnými, spočítala jsem v programu STATISTICA 10 (StatSoft Inc. 2011) korelace pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův korelační koeficient jsem zvolila kvůli nenormálnímu rozložení dat.

2.3.2 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz

Pro zjištění vzájemné korelace mezi proměnnými a korelace mezi druhy a proměnnými byl spočítán neparametrický Spearmanův korelační koeficient v programu STATISTICA 10. K provedení analýz byl použit programový balík CANOCO.

Jako první z mnohorozměrných analýz jsem použila DCA, abych zjistila délku gradientu a ta se nacházela v intervalu 3 až 4 SDU (standard deviation unit). V tomto rozmezí je možno volit mezi ordinacemi lineárními a unimodálními. Po vyzkoušení obou metod jsem se rozhodla kvůli lepší interpretovatelnosti výsledků použít ordinace

unimodální a to detrendovanou korespondenční analýzu (DCA) a kanonickou korespondenční analýzu (CCA).

Druhová data byla upravena ve všech analýzách odmocninou transformací, aby se zmenšily rozdíly mezi vzácnými a dominantními druhy. Dále bylo použito vycentrování a standardizace podle druhů.

Abych získala prvotní představu o struktuře dat a zjistila hlavní směr variability v datech, provedla jsem nepřímou gradientovou analýzu (DCA). Pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu jsem spočítala korelace skóre snímků na prvních čtyřech ordinačních osách DCA malakocenóz s vysvětlujícími proměnnými, abych mohla gradienty vyjádřené těmito ordinačními osami lépe interpretovat. V grafických výstupech analýz jsou pak signifikantní proměnné pasivně proloženy.

Pro zjištění směrů variability druhových dat, které korelují s vybranými proměnnými prostředí, byla počítána přímá gradientová analýza (CCA) (Herben & Münzbergová 2003, Lepš & Šmilauer 2000). Počet všech proměnných prostředí (20) je dokonce vyšší než počet snímků (18), navíc mnohé měřené proměnné spolu silně korelují (Příloha 5). Pokud se do analýzy zahrnou všechny proměnné, zjistí se celková predikční schopnost souboru. Abychom mezi nimi mohli lépe rozlišovat a správně interpretovat vliv jednotlivých proměnných, použila jsem metodu forward selection.

V prvním kroku byla vyhledána ta proměnná prostředí, která sama o sobě vysvětluje nejvíce variability v druhových datech. Vybraná proměnná byla dále zahrnuta do analýzy jako kovariáta a z ostatních proměnných byla vyhledána další, která sama o sobě vysvětluje nejvíce zbylé variability. Významnost vybíraných proměnných byla otestována Monte Carlo permutačním testem (999 permutací, $p < 0,05$).

Abych zjistila, jaká část variability malakofauny je vysvětlitelná jednotlivými proměnnými, které jsem získala jako signifikantní po provedení přímé gradientové analýzy (CCA), provedla jsem rozklad variance (variance partitioning, viz Lepš & Šmilauer 2000) za pomoci parciálních CCA, přičemž byly jednotlivé proměnné postupně vkládány do analýzy jako kovariáty.

2.3.3 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů

Nejprve jsem se rozhodla pro grafické zobrazení získaných dat. Vliv doby od ukončení těžby na počet jak živých tak všech druhů jsem znázornila pomocí sloupcového grafu, který jsem vytvořila v programu MS Excel 2003.

Lomy jsem dále rozdělila do 4 skupin podle roku ukončení těžby.

1. 1900 – 1925: Lom na Sekyře, Lom Pod Prostředním mlýnem
2. 1926 – 1950: Kobyla, Budňanský, Kamensko, Cífkův, Alkazar, Založenský
3. 1951 – 1975: Petzold, Lom na Chlumu, Hegertův, Nový Bílý, Solvay, Lom v PP Cikánka II., Starý Čížovec
4. 1975 – 2010: Kuchařík, Plešivec, Nový Čížovec

Základní popisné statistiky pro počty živých druhů v jednotlivých skupinách byly zobrazeny pomocí krabicových grafů vytvořených v programu STATISTICA 10. V tomtéž programu byly vytvořeny lineárně proložené bodové grafy závislosti všech proměnných a druhů na době od ukončení těžby. Zároveň byly pro tyto grafy počítány popisné statistiky (korelace a p-hodnota).

Abych zjistila, jak velké procento variability vysvětluje právě doba uplynulá od ukončení těžby, provedla jsem přímou gradientovou analýzu (CCA), kde byla doba od ukončení těžby použita jako jediná proměnná prostředí. Avšak na základě příliš silné korelace s dalšími proměnnými, které také výrazně korelovaly s osami DCA malakocenóz, nebylo vhodné provést parciální analýzu CCA s kovariátami pro zjištění čistého vlivu stáří lomu (Herben & Münzbergová 2003).

2.3.4 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů

Pro vyjádření rozdílnosti či podobnosti druhového složení malakocenóz severně a jižně orientovaných svahů ve čtyřech lomech různého stáří jsem zvolila Jaccardův index podobnosti (*Ja*). Tento index je počítán podle následujícího vzorce:

$$Ja = \frac{C}{A + B - C} \times 100$$

A – počet všech druhů na stanovišti s jižní orientací

B – počet všech druhů na stanovišti se severní orientací

C – počet druhů, společných pro obě stanoviště

Čím je Jaccardův index podobnosti vyšší, tím jsou si malakocenózy obou svahů lomu podobnější. Tyto výsledky jsem znázornila graficky pomocí spojnicového grafu v programu MS Excel 2003.

3 Výsledky

Ve všech 18 lomech byly odebrány vzorky na jižně orientovaných svazích. Ve 4 vybraných lomech byly odebrány vzorky i na severně orientovaných svazích. Celkem jsem našla 32 534 jedinců 59 druhů 24 čeledí (přesný seznam viz Přílohy 6 a 7). Do analýz jsem zahrnula 3 320 živých jedinců 49 druhů ze všech vzorků (přesný postup výběru druhů viz str. 11). Korelace druhů a proměnných prostředí se nachází v Příloze 8.

3.1 Vzájemné vztahy proměnných prostředí

Nejprve jsem určila vzájemnou korelaci proměnných prostředí pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Korelace mezi všemi proměnnými jsou zobrazeny v příloze 5. Nejčastěji je s dalšími proměnnými na hladině významnosti po Bonferroniho korekci ($p < 0,0025$) zkorelováno světlo. Pozitivně koreluje jen s teplotou, zato negativně koreluje s dobou od ukončení těžby, s vlhkostí, obsahem živin, pokryvností stromového a mechového patra a s první vegetační osou.

Námi nejvíce sledovaná proměnná, doba od ukončení těžby, významně negativně koreluje kromě světla i s teplotou. Pozitivní vztah má s první vegetační osou, obsahem živin, pokryvností stromového patra a je také znatelná korelace s typem okolní vegetace, především s přítomností přirozeného lesa.

Již dvakrát zmiňovaná první vegetační osa významně koreluje podobně se stejnými proměnnými jako doba od ukončení těžby. Navíc pozitivně koreluje s vlhkostí.

3.2 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz

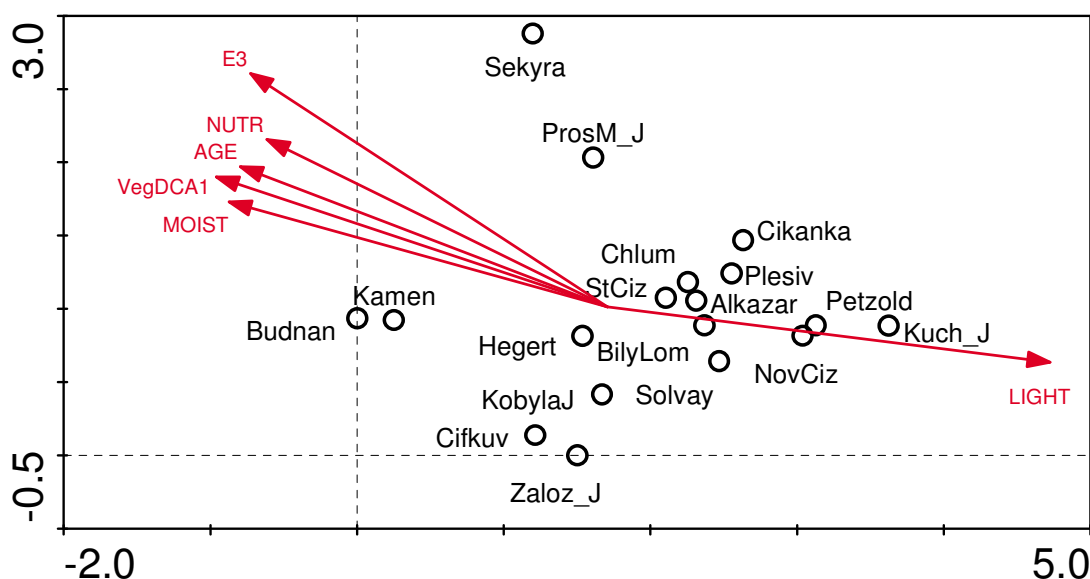
Nepřímá gradientová analýza

Pomocí nepřímé gradientové analýzy DCA malakocenóz byly hledány hlavní směry variability v druhových datech. První ordinační osa vysvětlila 20,4% celkové variability a druhá osa 9,4% (viz Tab. 2)

Tab. 2: Přehled výsledků nepřímé analýzy DCA malakocenóz.

Osy	1	2	3	4	Celková variabilita
Vlastní čísla:	0,59	0,274	0,133	0,062	2,898
Délka gradientu:	3,624	2,879	2,008	1,864	
Kumulativní procenta variability druhových dat:	20,4	29,8	34,4	36,6	
Součet všech vlastních čísel					2,898

Pro kanonické ordinační osy byly spočítány korelace pomocí Spearmanova korelačního koeficientu se všemi proměnnými (Tab. 3). Jak z tabulky 3 tak obrázku 1 je dobře znatelné, že nejvýrazněji korelují proměnné s první ordinační osou. Se vzrůstajícími hodnotami na první ose roste pouze množství světla na stanovišti, oproti tomu klesá vlhkost, pokryvnost stromového patra, obsah živin a věk. Výrazná je také korelace mezi první vegetační a měkkýší osou, což naznačuje podobný vliv faktorů prostředí na obě společenstva. Překvapivě žádná z proměnných nekoreluje signifikantně s druhou osou.



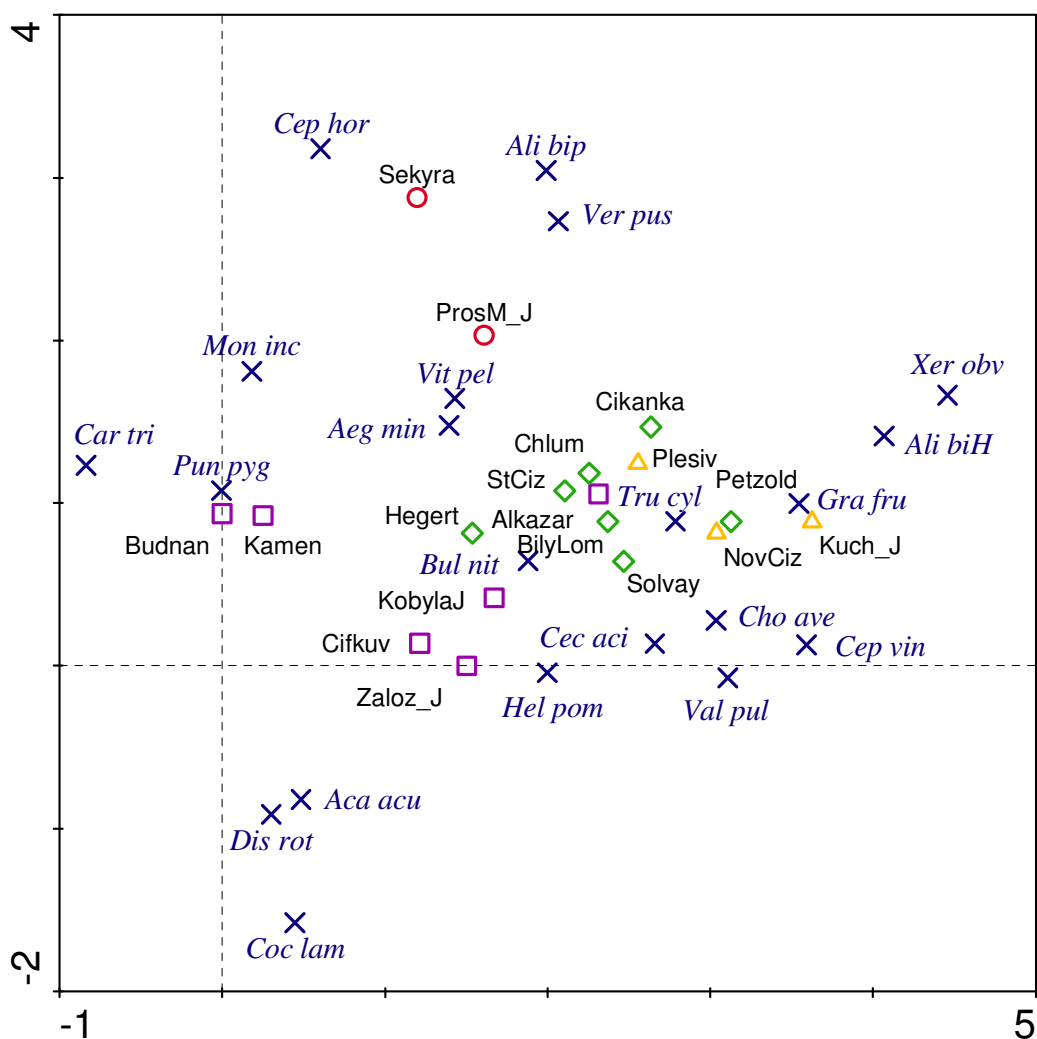
Obr. 1: Rozložení snímků podél první a druhé ordinační osy DCA malakocenóz. Do grafu jsou pasivně proloženy proměnné, jejichž korelace se skóre snímků na prvních dvou ordinačních osách byly signifikantní na hladině významnosti po Bonferroniho korekci ($p < 0,0025$), viz Tab. 3. Celé názvy lokalit viz Tab. 1.

Tab. 3: Korelace mezi proměnnými a skóry os z DCA malakocenóz. Druhá osa nekorelovala s žádnou z proměnných. Zobrazeny jsou pouze statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$; $*p < 0,01$; $**p < 0,001$). Tučně zvýrazněny jsou hodnoty signifikantní na hladině významnosti po Bonferroniho korekci ($p < 0,0025$). Zkratky proměnných viz str. 12 nebo Příloha 9

	MolDCA1	MolDCA2	MolDCA3	MolDCA4
AGE	**$-0,735$	n.s.	$*-0,618$	n.s.
SCREE	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FIELD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
STEPPE	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MonocFor	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NatFor	$*-0,606$	n.s.	n.s.	n.s.
LIGHT	**$0,858$	n.s.	n.s.	n.s.
TEMP	$0,563$	n.s.	n.s.	n.s.
CONT	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MOIST	$*-0,689$	n.s.	n.s.	n.s.
SOIL	n.s.	n.s.	n.s.	$-0,552$
NUTR	**$-0,733$	n.s.	n.s.	n.s.
ALTITUDE	n.s.	n.s.	n.s.	$0,530$
RADIAT	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E3	**$-0,754$	n.s.	n.s.	n.s.
E2	$*-0,633$	n.s.	n.s.	n.s.
E1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E0	$*-0,651$	n.s.	n.s.	n.s.
VegDCA1	**$-0,810$	n.s.	n.s.	n.s.
VegDCA2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
VegDCA3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
VegDCA4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LiveM	n.s.	n.s.	$-0,482$	n.s.

Podíváme-li se na obrázek 2, zjistíme, že v pravé části se nacházejí stepní plži jako např. *Xerolenta obvia*, jejíž abundance silně negativně koreluje s dobou od ukončení těžby, nebo epilitiční plži např. *Granaria frumentum*, jejíž početnost s rostoucí vlhkostí průkazně klesá. Směrem doleva podle první osy s narůstající dobou od ukončení těžby v lomu, se kterou je výrazně spojen nárůst pokryvnosti stromového patra a také vlhkosti, vzrůstá počet i abundance lesních druhů. S těmito proměnnými velmi silně kladně korelují početnosti druhů *Cepaea hortensis* a *Monachoides incarnatus* (Příloha 8).

Podobně jako výše zmíněné druhy různých ekologických nároků se podle prvních dvou os rozmístily i lokality. V pravé části jsou snímky z mladších lomů a v levé ze starších. Avšak je dobře vidět, že nejstarší lomy se neusadily zcela v levé části, což je velmi pravděpodobně zapříčiněno tím, že s první osou DCA silněji pozitivně korelují světlo a silněji negativně vlhkost a první vegetační osa.



Obr 2: Ordinační diagram DCA zobrazující rozmístění druhů a lokalit podle první a druhé osy. Barevně a tvarem jsou rozlišeny věkové kategorie lokalit. (Červená kolečka: 1900–1925, Fialové čtverce: 1926–1950, Zelené kosočtverce: 1951–1975, Žluté trojúhelníky: 1975–2010; přesné rozdělení lomů do kategorií viz str. 15). V grafu je také promítnuto 23 nejvýznamnějších druhů měkkýšů (Species weight range 10 – 100 %, enforce – *Cep hor*). Celé názvy druhů viz Příloha 5. Celé názvy lokalit viz Tab. 1.

Přímá gradientová analýza

Do přímé gradientové analýzy (CCA) jsem zahrnula 15 proměnných. Vyloučila jsem vegetační osy, protože především první je korelována s pěti ze šesti Ellenbergových hodnot (viz Příloha 5). Obě tyto skupiny proměnných byly získány na základě fytoecologických snímků a tak se jedná o různá vyjádření stejných dat. Ponechala jsem Ellenbergovy hodnoty, protože jejich význam je více zřejmý než význam vegetačních os.

Do analýzy nebyly přidány žádné proměnné jako kovariáty, protože, když jsem zahrnula všechny proměnné, které signifikantně korelovaly i po Bonferroniho korekci

s osami z DCA malakocenóz (Tab. 3), nezískala jsem během forward selection v rámci přímé analýzy CCA žádné signifikantní proměnné.

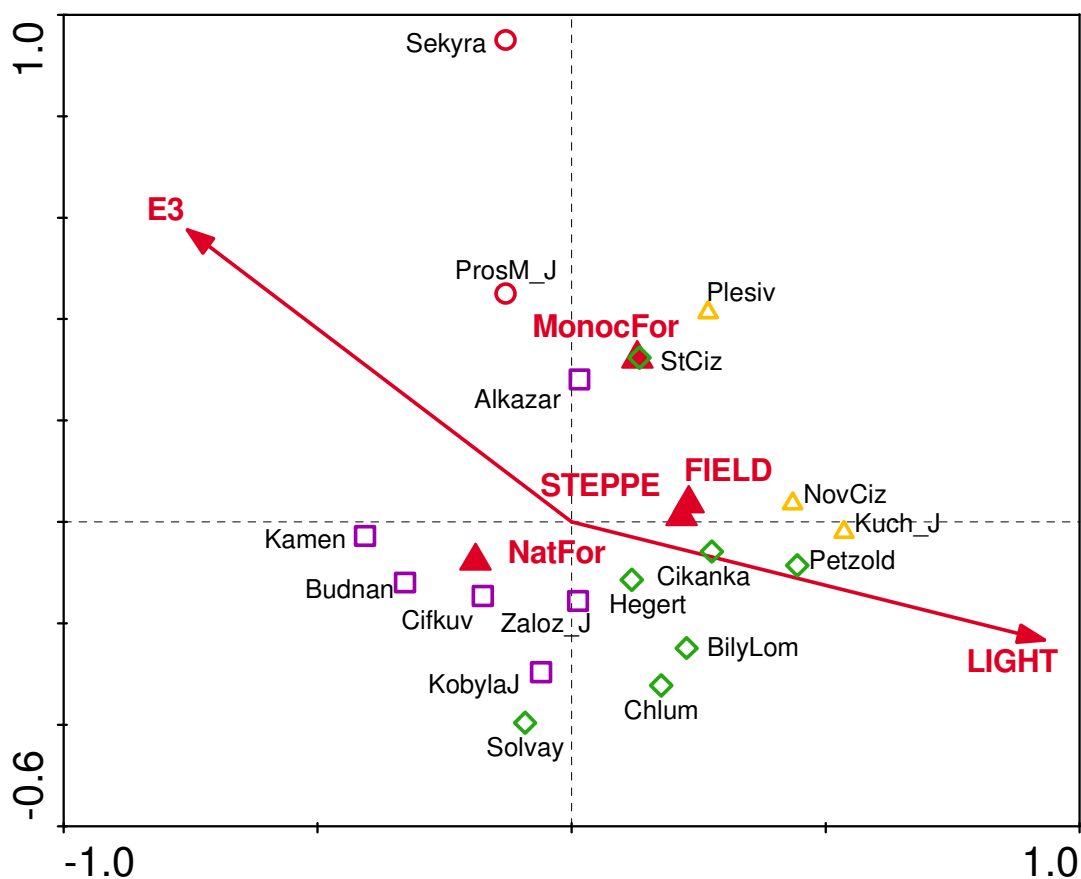
Všechny kanonické osy vysvětlily 100% variability. Metodou forward selection však byly posléze vybrány pouze signifikantní proměnné (Monte Carlo test; 999 permutací; $p < 0,05$). Jako první jsem získala proměnnou světlo ($p = 0,001$; 16,8% vysvětlené variability). Jako druhý se ukázal signifikantní přirozený les ($p = 0,006$; 9,7% vysvětlené variability). Jelikož přirozený les je jednou z kategorií proměnné typ okolní vegetace, byly zahrnuty bez dalšího testování i další kategorie této proměnné (Herben & Münzbergová 2003). Celkově bylo touto kategoriální proměnnou vysvětleno 18,7% variability. Jako poslední signifikantní proměnnou jsem získala pokryvnost stromového patra ($p = 0,018$; 9,2% vysvětlené variability).

První osa CCA vysvětluje 18,1 % variability v druhových datech a 40,5 % variability ve vztahu druhových dat a faktorů prostředí. Druhá osa vysvětluje 11 % variability v druhových datech a 24,6 % variability ve vztahu druhových dat a faktorů prostředí (viz Tab. 4).

První osa vyjadřuje gradient množství světla na lokalitách a také koreluje s přítomností přirozeného lesa v okolí lomů. Pokryvnost stromového patra koreluje podobně s první i druhou osou. V levé horní části se umístily nejstarší lomy. Na přelomu pravé horní a dolní části se nacházejí lomy nejmladší. Z tohoto rozmístění můžeme usuzovat, že pokryvnost stromového patra a s ním i silně korelovaná doba ukončení těžby roste ve směru z dolní pravé části do horní levé (Obr. 3)

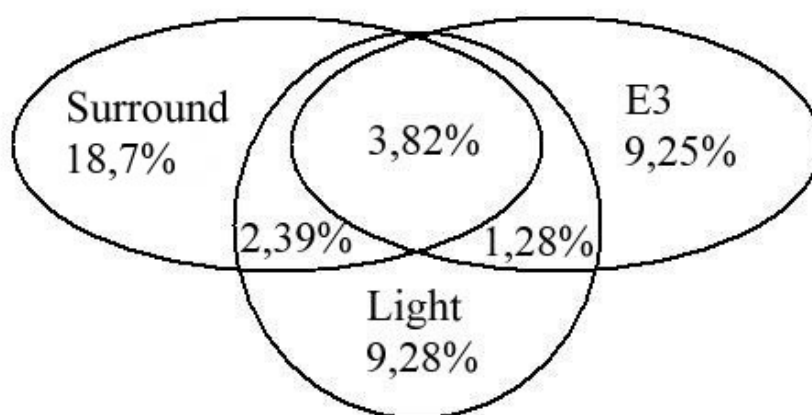
Tab. 4: Přehled výsledků přímé gradientové analýzy CCA malakocenóz se všemi nezávislými proměnnými a pokryvnostmi vegetačních pater.

Osy	1	2	3	4	Celková variabilita
Vlastní čísla:	0,525	0,319	0,247	0,121	2,898
Korelace mezi druh. daty a proměnnými:	0,961	0,925	0,900	0,830	
Kumulativní procenta variability					
druhových dat:	18,1	29,1	37,6	41,8	
vztahů mezi druh. daty a proměnnými:	40,5	65,1	84,2	93,6	
Součet všech vlastních čísel					2,898
Součet všech kanonických vlastních čísel					1,296



Obr. 3: První a druhá osa ordinačního diagramu CCA malakocenóz. Lokality jsou rozlišeny tvarem a barvou podle stáří (Červená kolečka: 1900–1925, Fialové čtverce: 1926–1950, Zelené kosočtverce: 1951–1975, Žluté trojúhelníky: 1975–2010; přesné rozdělení lomů do kategorií viz str. 15). Celé názvy lokalit viz Tab. 1. Kvantitativní environmentální proměnné jsou značeny šipkami a kategoriální plnými červenými trojúhelníky. Zkratky proměnných viz str. 12 nebo Příloha 9.

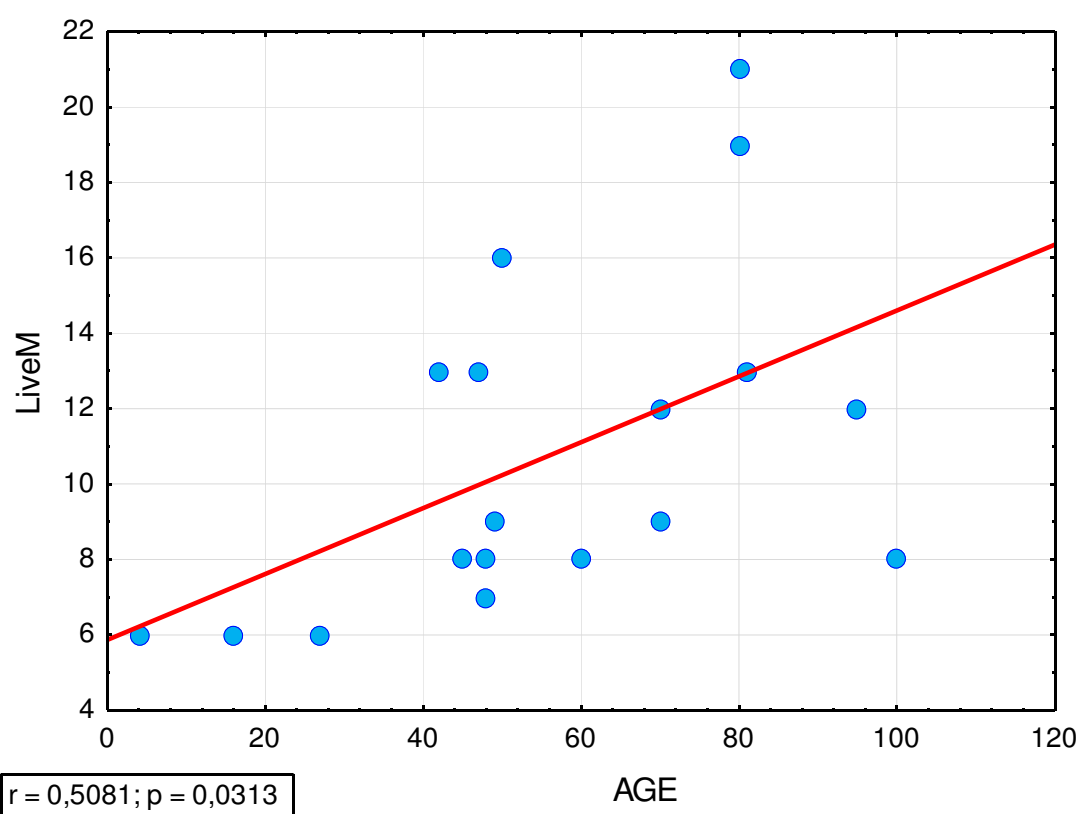
K tomu, abych ukázala, jakou část variability vysvětlují jednotlivé proměnné získané přímou analýzou CCA malakocenóz, jsem provedla rozklad variability pomocí parciálních CCA s kovariátami. Ve všech parciálních analýzách byly všechny proměnné signifikantní ($p < 0,05$). Dohromady všechny tři proměnné pokrývají 44,72% variability v druhových datech. Čistě typ okolní vegetace (Surround) vysvětluje 18,7% celkové variability, světlo (Light) 9,28% a pokryvnost stromového patra (E3) 9,25%. Zbývajících 7,49% vysvětlené variability se dělí mezi společnou variabilitu E3 a Light (1,28%), Light a Surround (2,39%) a všech tří proměnných (3,28%). Grafické znázornění viz Obr. 4.



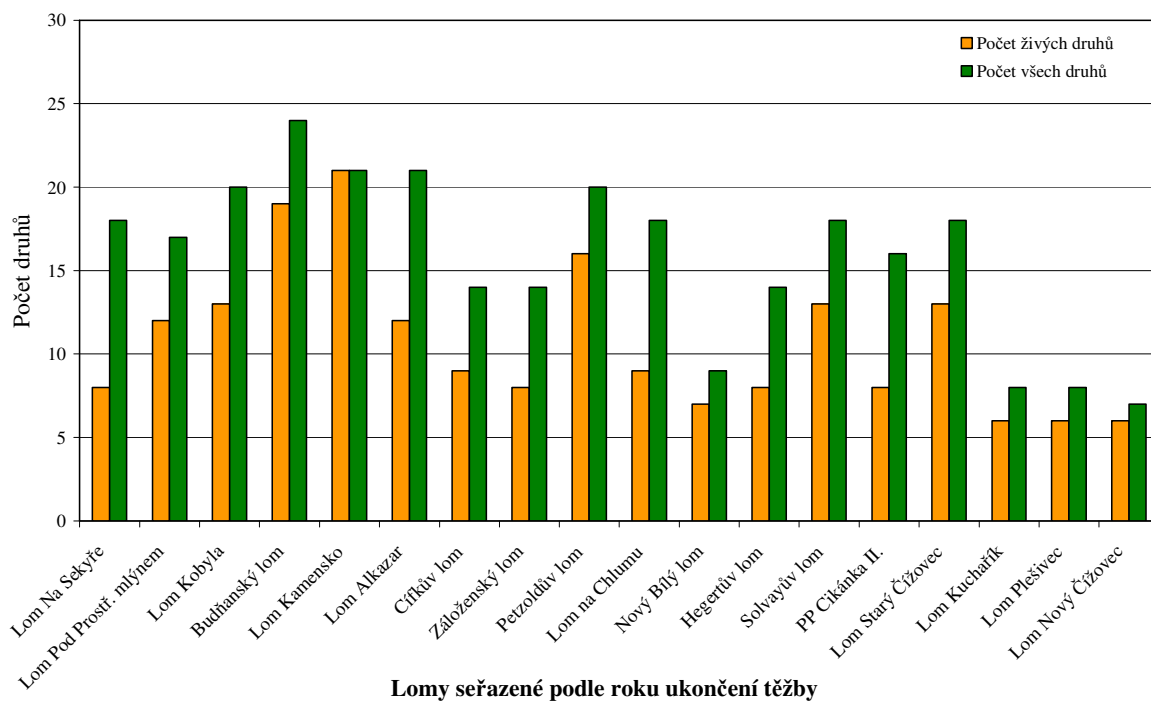
Obr. 4: Rozklad variance. Diagram pro znázornění rozdělení vysvětlené variability mezi typ okolní vegetace (Surround), světlo (Light) a pokryvnost stromového patra (E3). V každé části je uvedeno % variability, kterou vysvětluje daná část.

3.3 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů

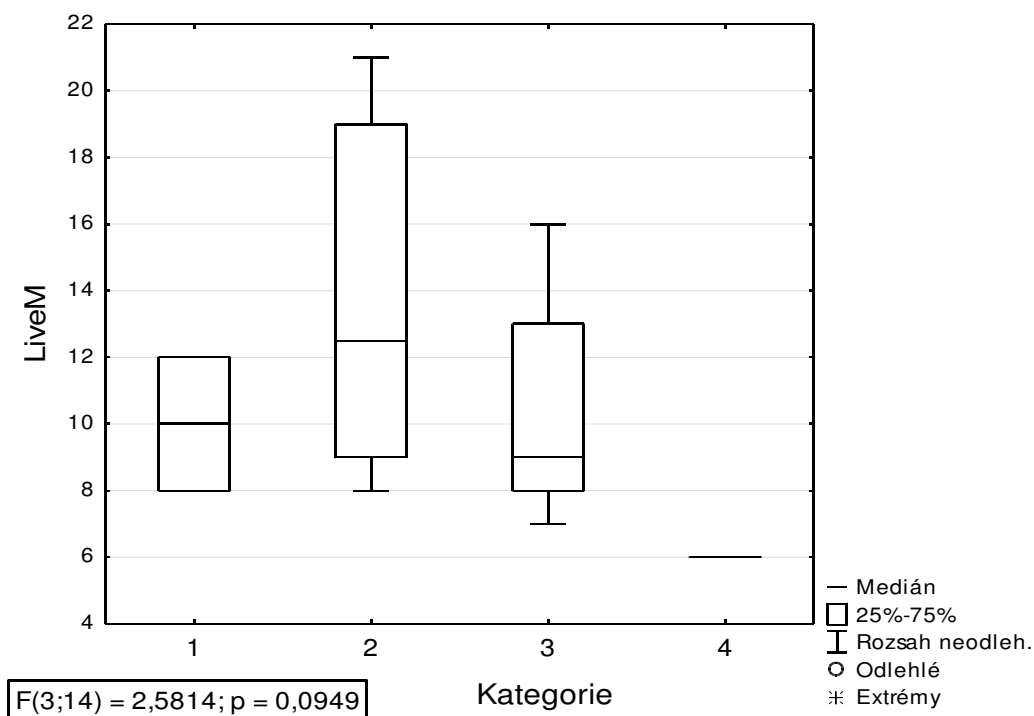
Druhová bohatost s dobou od ukončení těžby prokazatelně roste (Obr. 5). Z grafu 1 je patrné totéž, avšak u starších lomů je lépe znatelný pokles počtu druhů. Abych ověřila tento trend, vytvořila jsem krabicový diagram jednotlivých kategorií lomů, které jsou definovány na str. 15. I podle tohoto diagramu (Obr. 6) je znatelný trend úbytku druhů u nejstarších lomů, ale tento jev není průkazný ($p = 0,0949$). Pro potvrzení či vyvrácení této domněnky bude nutné zvětšit počet lokalit a to především v kategorii nejstarších (1) a nejmladších (4) lomů.



Obr. 5: Závislost počtu živých druhů (LiveM) na době ukončení těžby (AGE).



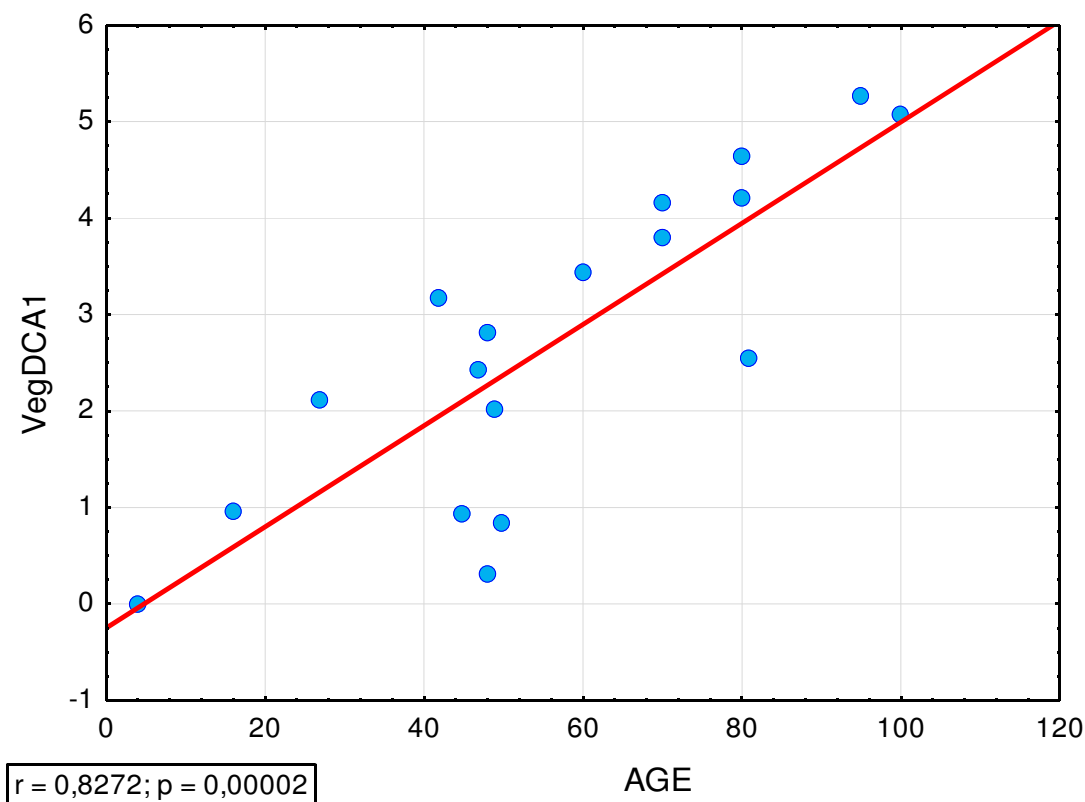
Graf 1: Počet druhů měkkýšů v lomech. Lomy jsou seřazené zleva doprava od nejstaršího po nejmladší.

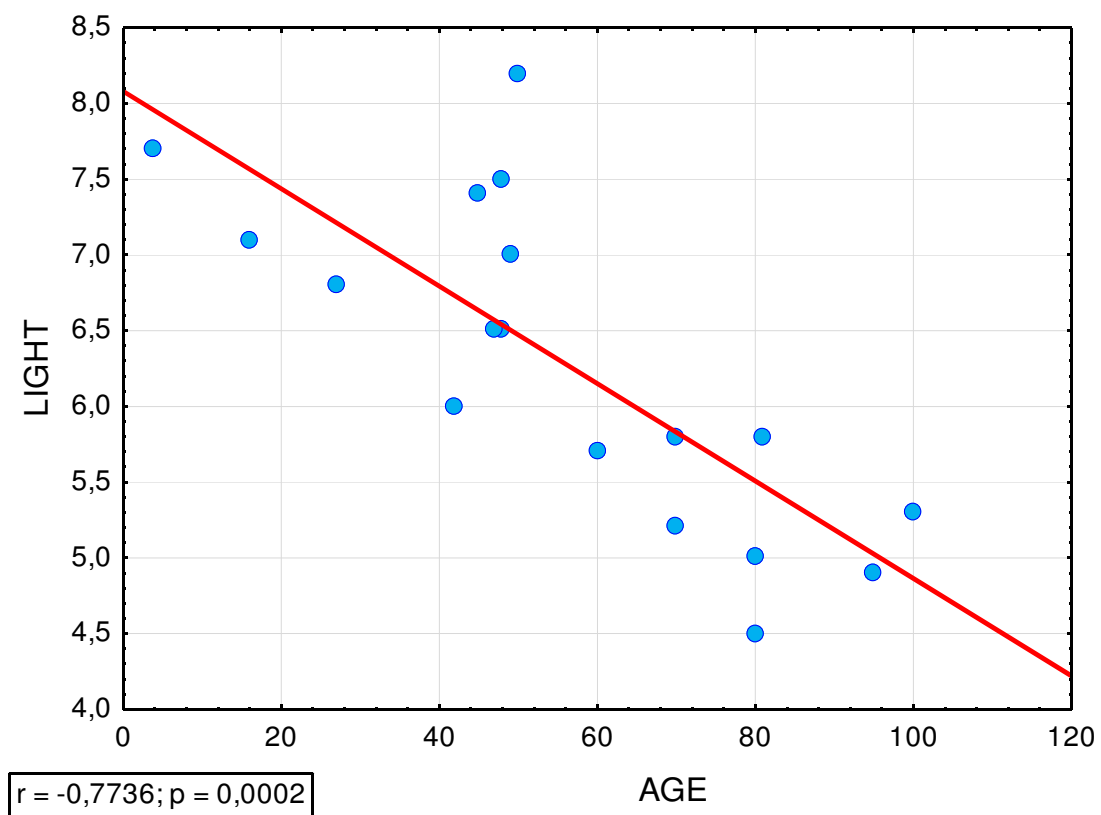
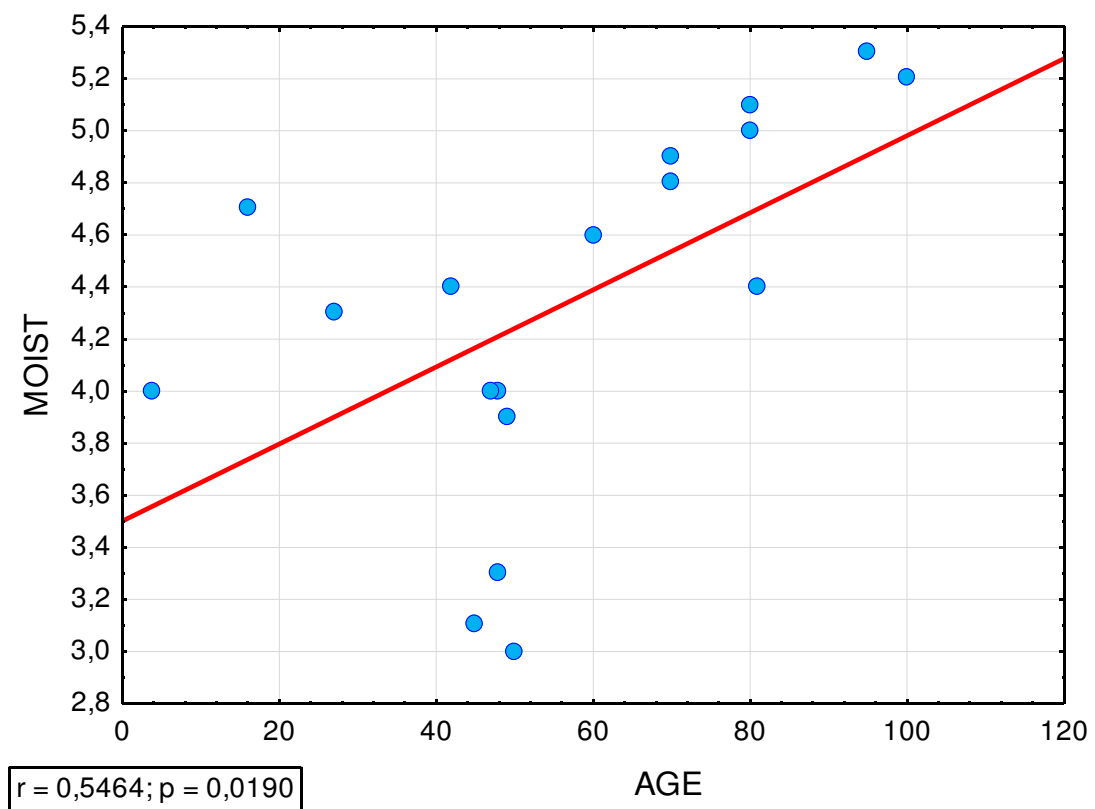


Obr. 6: Krabicový graf srovnávající čtyři kategorie lomů. Kategorie jsou seřazené zleva doprava od nejstarších lomů po nejmladší (přesné rozdělení lomů do skupin viz str. 15).

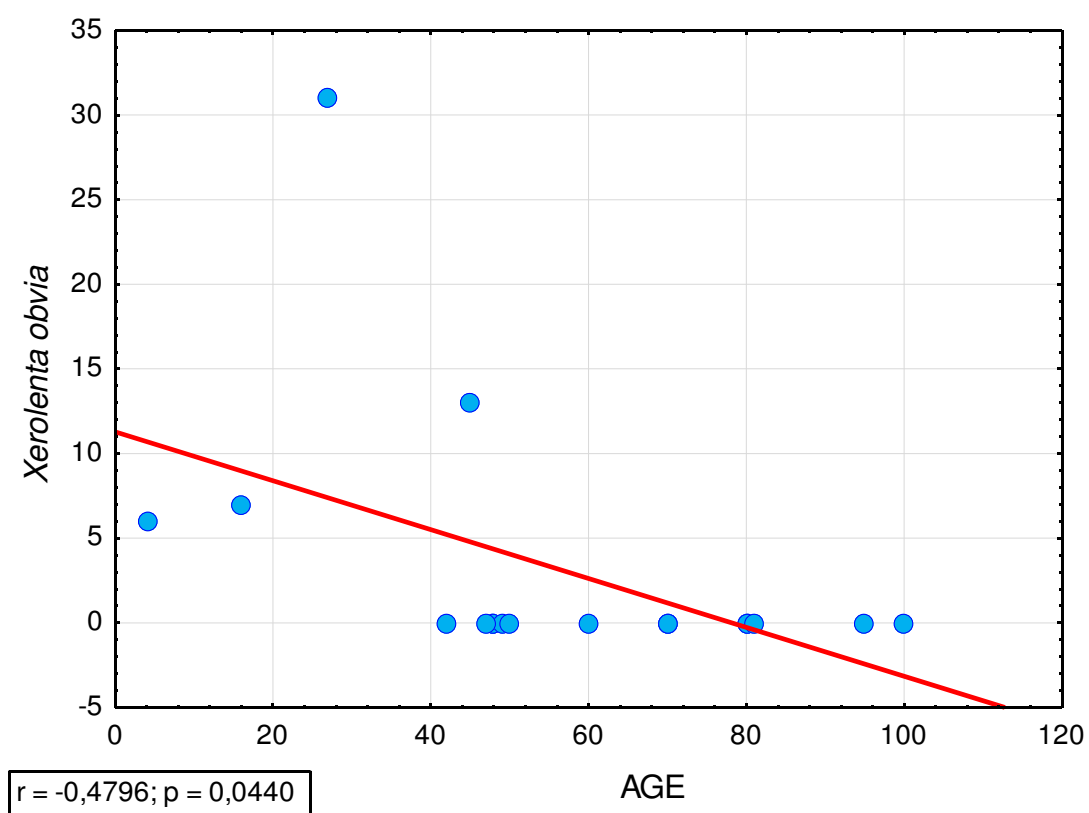
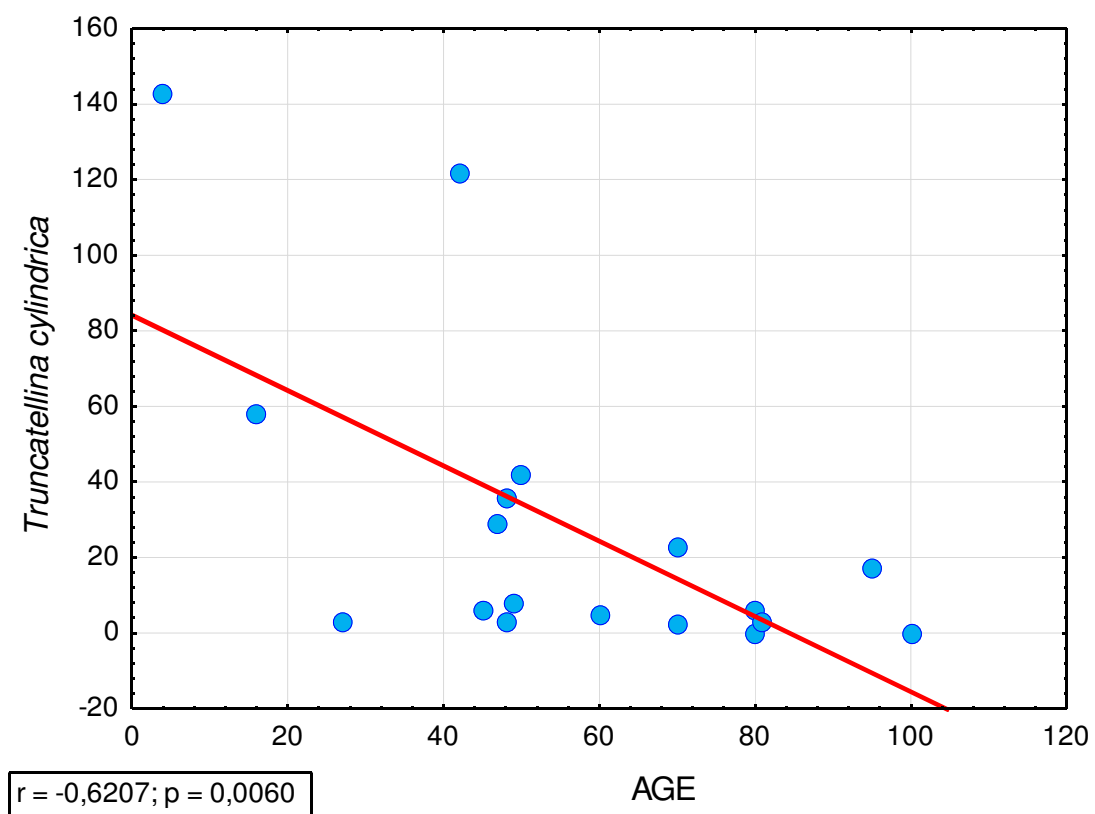
Vliv doby ukončení těžby na další proměnné jsem zjišťovala pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Z bodových grafů a k nim zároveň počítaných korelací a p-hodnot se ukázaly některé proměnné signifikantně závislé na době od ukončení těžby ($p < 0,05$). Nejvíce znatelná pozitivní závislost na stáří lomu je s první vegetační osou. Pro měkkýše velmi významný faktor vlhkost také s dobou od ukončení těžby stoupá. Naopak výrazně klesá světlo (Obr. 7). Dále byla prokázána negativní závislost teploty ($p \ll 0,001$). Jako další významně pozitivně vázané proměnné se ukázaly pokryvnosti mechového a stromového patra (E0: $p = 0,0061$; E3: $p \ll 0,001$) a množství živin ($p = 0,001$).

Bodové grafy jsem také vytvořila pro jednotlivé živé druhy. Průkazně na rostoucí dobu od ukončení těžby a na změny s ní spojené reagují poklesem abundance druhu *Truncatellina cylindrica* a *Xerolenta obvia* (Obr. 8). Naopak rostoucí abundance s rostoucí dobou od ukončení těžby byly prokazatelné u druhů *Cepaea hortensis*, *Monachoides incarnatus* (Obr. 9) a *Cochlodina laminata* ($p = 0,0488$).

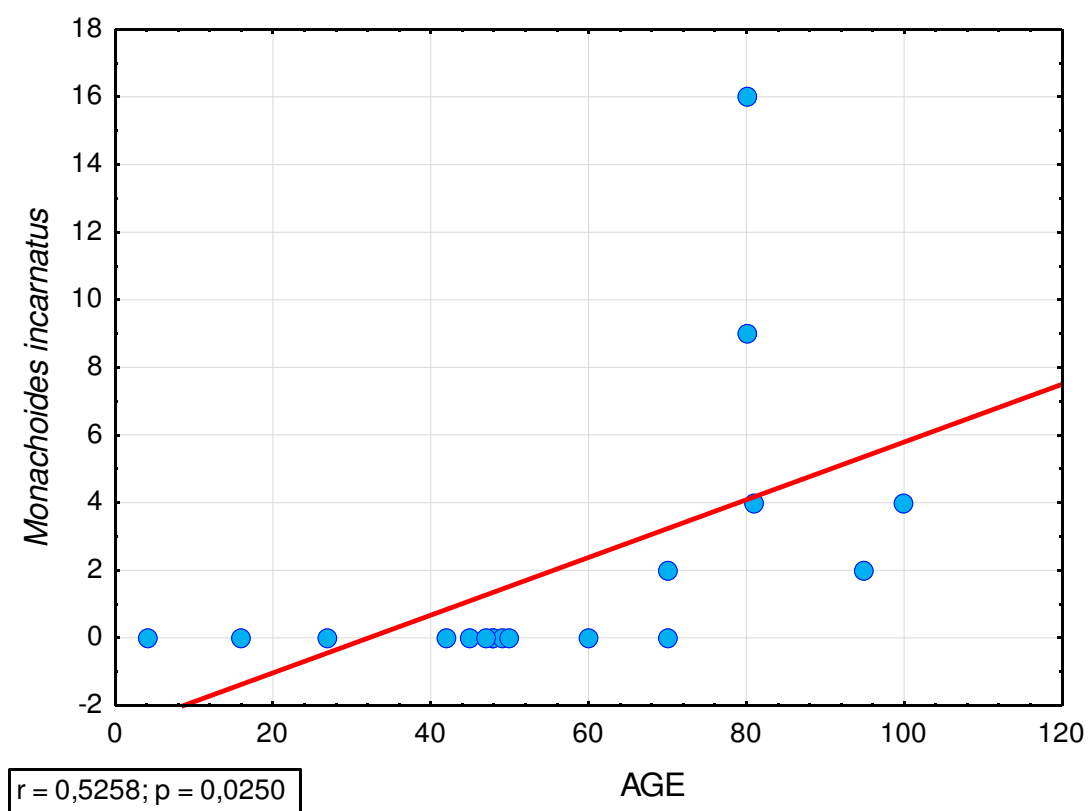
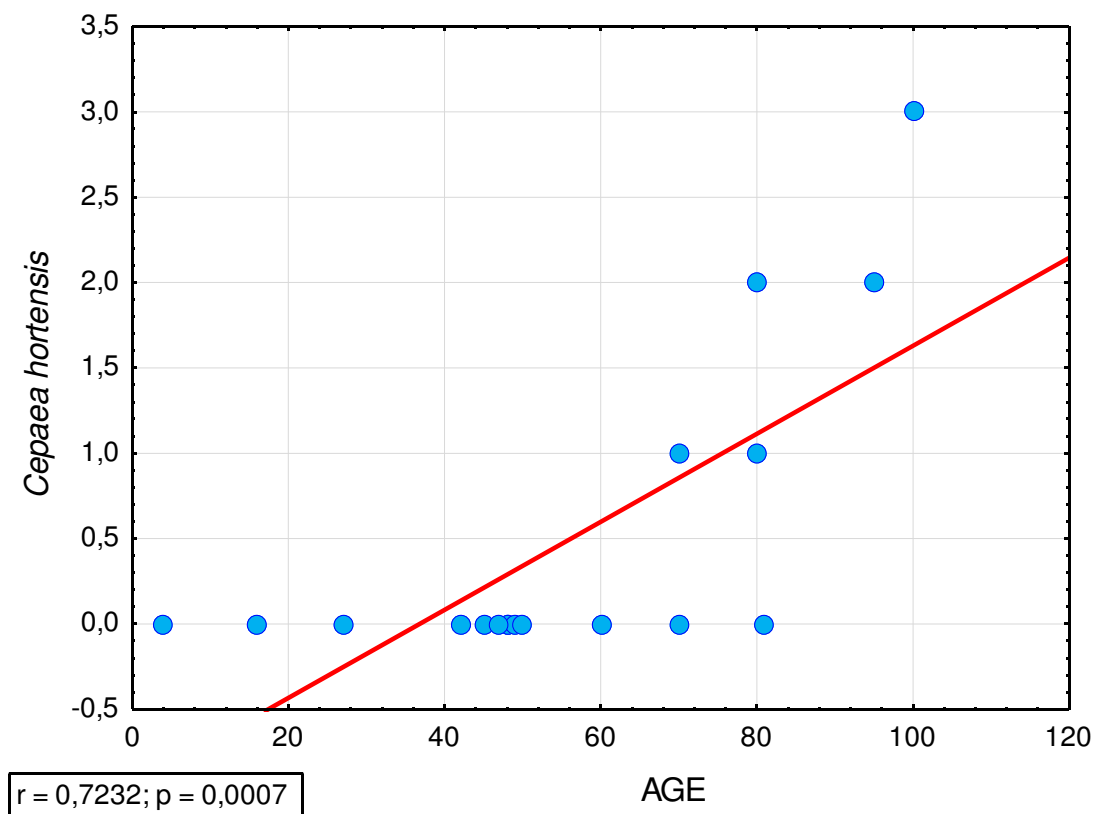




Obr. 7: Vybrané bodové grafy signifikantně závislých proměnných na době ukončení těžby ($p < 0,05$). Vlevo dole je uvedena hodnota korelace (r) a p -hodnota.



Obr. 8: Bodové grafy signifikantně negativně závislých druhů na době ukončení těžby ($p < 0,05$). Vlevo dole je uvedena hodnota korelace (r) a p -hodnota.



Obr. 9: Vybrané bodové grafy signifikantně pozitivně závislých druhů na době ukončení těžby ($p < 0,05$). Vlevo dole je uvedena hodnota korelace (r) a p -hodnota.

Přímá gradientová analýza

Pro zjištění, zda a jaký vliv má doba od ukončení těžby na variabilitu druhových dat, jsem použila přímou gradientovou analýzu (CCA) s jednou proměnnou (AGE). Při otestování vyšla proměnná AGE jako průkazná ($p=0,001$, Monte Carlo 999 permutací). První a jediná kanonická osa, tím pádem i proměnná AGE, vysvětlila 14,3% celkové variability (Tab. 5), což není o mnoho méně, než vysvětlila první osa v DCA malakocenóz (20,4%).

Je však nutné se podívat na vzájemné korelace mezi proměnnými, které průkazně korelovaly s osami DCA malakocenóz. Na základě toho, že všechny proměnné silně korelují s proměnnou AGE (Tab. 6), není vhodné provést přímou parciální analýzu druhových dat. Je tedy důležité brát ohled na to, že vysvětlená variabilita první kanonickou osou nesouvisí pouze s proměnnou AGE, ale i s dalšími s ní zkorelovanými proměnnými.

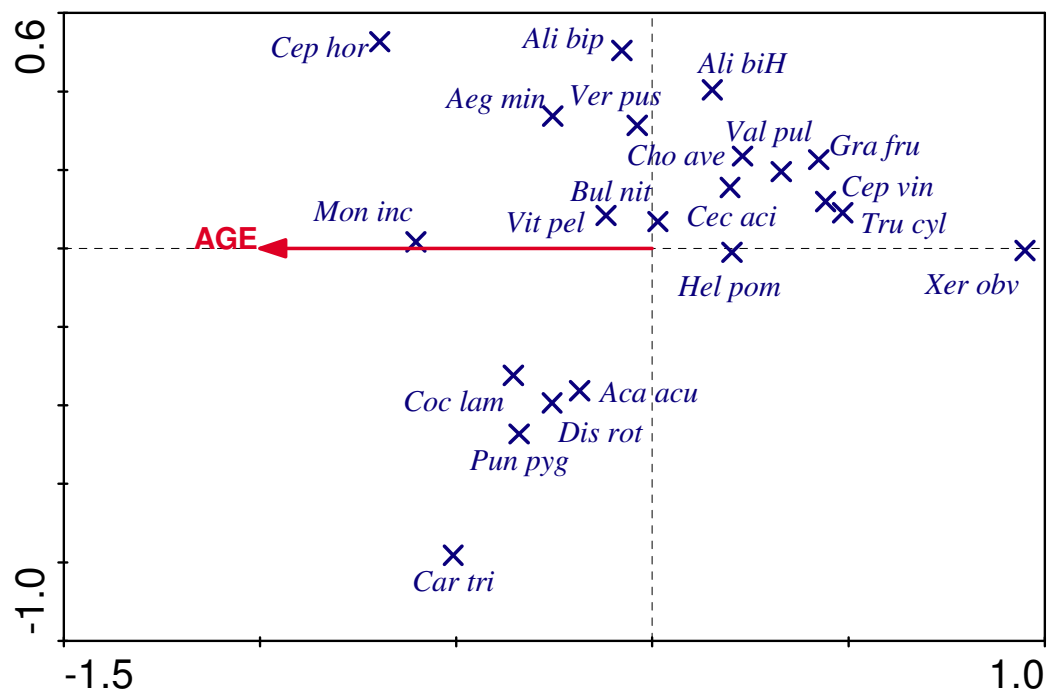
Rozmístění druhů v závislosti na době od ukončení těžby v ordinačním prostoru zobrazuje obrázek 10.

Tab. 5: Přehled výsledků přímé gradientové analýzy (CCA) malakocenóz se jednou proměnnou (AGE).

Osy	1	2	3	4	Celková variabilita
Vlastní čísla:	0,415	0,469	0,356	0,325	2,898
Korelace mezi druh. daty a proměnnými:	0,903	0,000	0,000	0,000	
Kumulativní procenta variability					
druhových dat:	14,3	30,5	42,8	54	
vztahů mezi druh. daty a proměnnými:	100	0,0	0,0	0,0	
Součet všech vlastních čísel					2,898
Součet všech kanonických vlastních čísel					0,415

Tab. 6: Vzájemné korelace mezi proměnnými, které korelovaly s osami DCA malakocenóz po Bonferroniho korekci. Zobrazeny jsou pouze statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$; * $p < 0,01$; ** $p < 0,001$). Tučně jsou označeny hodnoty signifikantní na hladině významnosti po Bonferroniho korekci ($p < 0,0025$).

	AGE	E3	LIGHT	MOIST	NUTR
E3	**0,729				
LIGHT	** -0,749	** -0,869			
MOIST	*0,620	**0,816	** -0,876		
NUTR	*0,676	**0,904	** -0,894	**0,912	
VegDCA1	**0,762	**0,927	** -0,957	**0,885	**0,935



Obr. 10: První a druhá osa přímé ordinace CCA s jednou proměnnou prostředí (AGE – doba od ukončení těžby) bez použití kovariát. V grafu je také promítnuto 23 nejvýznamnějších druhů měkkýšů (Species weight range 10 – 100 %, enforce – *Cep hor*). Celé názvy druhů viz Příloha 6.

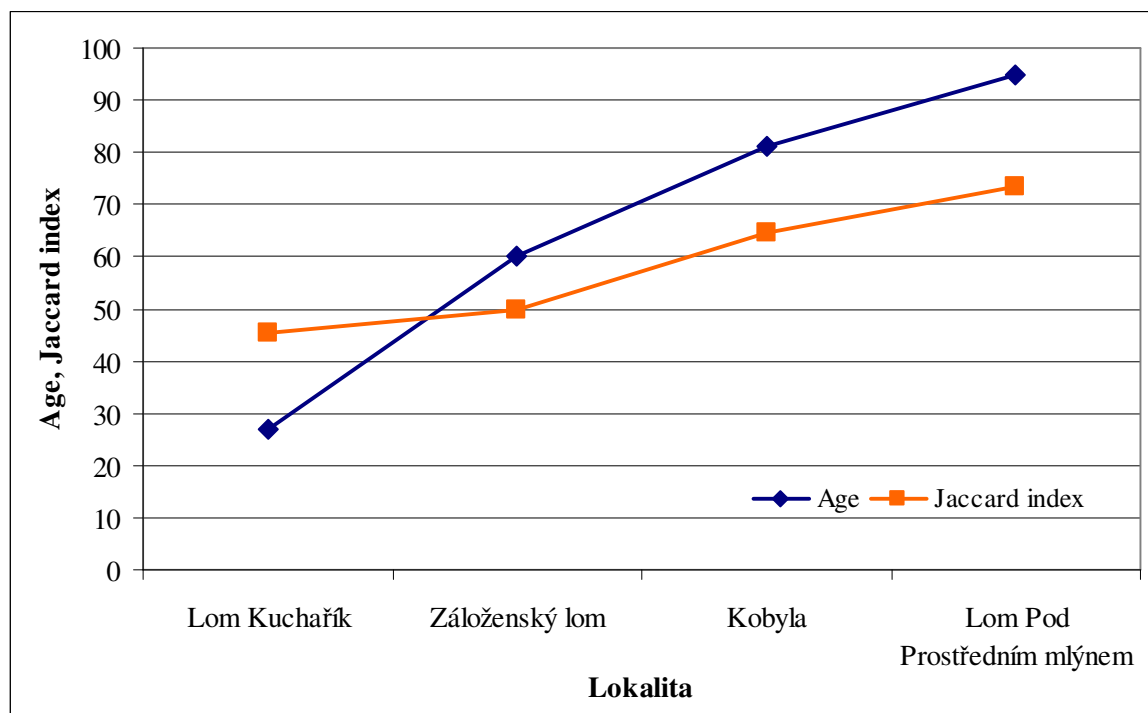
3.4 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů

V tabulce 7 jsou uvedena potřebná data a získané hodnoty Jaccardova indexu podobnosti. Z tabulky je dobře znatelný větší počet druhů na severně orientovaných svazích než na jižních.

Tab. 7: Počty živých druhů na jižní a severní straně v lomech s různou dobou od ukončení těžby

Lokalita	Age	Počet druhů na J	Společné	Počet druhů na S	Jaccardův index
Kuch	27	6	5	10	45,45
Zaloz	60	8	6	10	50,00
Kobyla	81	13	11	15	64,71
ProsM	95	12	11	14	73,33

Z grafu 2, který vychází z tabulky 7, je vidět, že se zvyšující se dobou od ukončení těžby se také zvyšuje Jaccardův index podobnosti jižně a severně orientovaných svahů. Z toho vyplývá, že s rostoucí dobou od ukončení těžby se zmenšují rozdíly mezi měkčími společenstvy jižně a severně orientovaných svahů.



Graf 2: Spojnicový graf znázorňující změnu doby ukončení těžby a Jaccardova indexu.

4 Diskuse

4.1 Vliv faktorů prostředí na druhové složení malakocenóz

Výsledky korelace prvních os malakocenóz s faktory prostředí a také to, že se procento variability, kterou vysvětlily první dvě osy nepřímé gradientové analýzy DCA, výrazně nesnížilo po provedení přímé gradientové analýzy CCA stejného datového souboru, poukazují na vhodný výběr faktorů, jež ovlivňují složení malakocenóz. Silná korelace mezi hlavním gradientem malakocenóz (MolDCA1) a vegetace (VegDCA1) naznačuje, že malakofauna a vegetace v lomech podléhají podobným vlivům prostředí.

Na základě přímé analýzy CCA jsem získala tři faktory, které prokazatelně podle této analýzy ovlivňují malakocenózy. Jsou jimi světlo, typ okolní vegetace a pokryvnost stromového patra. Po provedení rozkladu variance těchto tří faktorů jsem zjistila, že největší vliv na druhovou variabilitu měkkýšů v opuštěných lomech má typ okolní vegetace a tím i zdroje pro osidlování lomů měkkýši. Přibližně o polovinu nižší vliv má světlo i pokryvnost stromového patra.

Výrazný vliv okolí na složení biotopů v lomech shledala také Prošková (2009). I přítomnost konkrétních druhů rostlin v opuštěných lomech ovlivňuje výskyt stejných druhů v bezprostředním okolí lomu (Karešová 2007, Novák & Prach 2003). Podle Nováka a Konvičky (2006) má největší význam okolí lomů během ranních sukcesních stádií. Možnost pro rozšíření konkrétního druhu na nové neosídlené lokality, také závisí na vzdálenosti jeho zdrojového biotopu. Neplatí to jen pro vegetaci. Tropek a Konvička (2008) objevili, že arachnocenózy v lomech bývají homogennější než na přirozenějších stanovištích, což si vysvětlují omezeným množstvím druhů v okolí, které mohou být schopny osídlit krátkou dobu opuštěný lom. Zároveň si trochu odporují zjištěním, že ačkoliv se v bezprostředním okolí některých zkoumaných lomů nacházel lesní porost, nebyly v lomech nalezeny žádné lesní druhy pavouků.

Přítomnost xerofilních motýlů v lomech izolovaných od přirozené stepi nasvědčuje tomu, že raději využívají zdrojů uvnitř lomů než zdroje z okolí. Pro tyto druhy tedy není nezbytné, aby se v bezprostřední blízkosti lomu nacházela pro ně vhodná přirozená lokalita, nicméně se tím nesnižuje pozitivní vliv stepi v blízkém okolí lomu jako zdroji kolonizátorů lokality (Beneš et al. 2003).

Lomy mohou tedy v krajině fungovat i jako ostrovy s vhodnými podmínkami pro druhy, které nejsou schopné se okolní krajině úspěšně přizpůsobit. Díky tomu se zvýší

druhová diverzita v krajině (např. Cullen et al 1998, Chuman 2007, Kůrka 2000, Novák & Prach 2003). Ze závěrů Beneše et al. (2003) mimo jiné vyplývá, že čím více a blíže je vhodných biotopů jako zdrojů pro kolonizaci lomů, tím menší je ostrovní efekt lomů v krajině.

Dalšími významnými faktory byly shledány pokryvnost stromového patra a světlo. Zde je nutné podotknout, že obě tyto proměnné spolu navzájem a také s jinými proměnnými silně korelují a to tak silně, že by nebylo vhodné ani použití některých proměnných v přímé CCA jako kovariáty (Herben & Münzbergová 2003). Proto je nutné uvědomit si následující fakta. Pokud přibývá pokryvnost stromového patra, ubývá světla a s tím se snižuje i teplota na lokalitě. Naopak se zvyšuje vlhkost především díky zastínění dna lomu a tím pádem i menšímu odparu. Také přibývá množství živin v souvislosti s přibývajícím rostlinným opadem. Všechny tyto změny probíhají v závislosti na čase, tudíž na době od ukončení těžby v lomu. Z toho všeho vyplývá, že ačkoliv proměnné světlo a pokryvnost stromového patra vyšly po výběru pomocí forward selection jako jedny z proměnných vysvětlující nejvíce variability, není vhodné připisovat tuto vysvětlenou variabilitu pouze těmto faktorům.

Nesmím také opomenout, že EIH pro světlo bývá z ekologického hlediska vysvětlována v souvislosti s otevřeností stanoviště a pokryvností vegetačních pater (Kotowski et al. 2001), což se mi mimoděk podařilo také potvrdit silnou korelací všech vegetačních pater kromě bylinného se světlem.

Kromě výše zmiňovaných zkorelovaných proměnných se světlem a pokryvností stromového patra (stáří lomu, vlhkost, teplota, množství živin, věk) vyšly jako neprůkazné proměnné kontinentalita, nadmořská výška, půdní reakce, ozáření lomu a přítomnost suti.

Na to, aby se výrazně projevil vliv kontinentality, byly lomy rozmístěny na příliš malém území. Ani projev nadmořské výšky nebyl příliš znatelný, ačkoliv se pohybovala v rozmezí od 224 do 446 m n. m. od téměř hladiny řeky Berounky po téměř nejvyšší body této oblasti.

Neprůkaznost působení půdní reakce nebyla překvapivou. Rostoucí EIH půdní reakce nevyjadřuje pouze pH na lokalitě, ale spíše působení vápníku při vyšších hodnotách pH (Schaffers & Sýkora 2000) a protože mými modelovými lokalitami byly opuštěné vápencové lomy, je logické, že pokud se vliv půdní reakce na lokalitách lišil, tak jen minimálně.

Ozářenost, která je vypočítána z expozice, zeměpisné šířky a sklonu svahu, by měla v mém případě nejspíš vliv při zahrnutí do analýz porovnávajících severně a jižně orientované svahy. Sice jsem se touto problematikou také zabývala, ale pro nedostatek vzorků jsem mnohorozměrné analýzy neprovedla, protože by mohly být zavádějící a nepřesné.

Neprůkaznost vlivu suti připisuji především tomu, že se nacházela téměř ve všech lomech (13 z 18) a tím se ztrácela vypovídající hodnota této proměnné.

4.2 Vliv sukcese na malakocenózy vápencových lomů

4.2.1 Vliv na početnosti druhů

Podařilo se mi prokázat, že počet druhů suchozemských plžů v opuštěných lomech roste s dobou od ukončení těžby. V nejstarších lomech je znatelný trend úbytku počtu druhů, který si vysvětluji tím, že ve starých lomech se vlivem výskytu vzrostlého lesa snížil počet rozličných biotopů. Na podobný trend narazil Ursic et al. (1997) při studiu sukcese vegetace rostoucí na stěnách lomů.

Trend snížení počtu druhů v mnou zkoumaných nejstarších lomech je možné vysvětlovat nedostatečnou dobou od opuštění pro vznik vhodných podmínek pro náročné lesní druhy, které se v zachovalých lesích na území Českého krasu vyskytují, např. *Ruthenica fiograna* (Ložek 1974).

Nárůst počtu druhů měkkýšů v průběhu sukcese byl zaznamenán i na bývalých bělokarpatských pastvinách (Růžičková 2008), ale ani na těchto bývalých pastvinách nedosahují nejpokročilejší sukcesní stádia takové druhové bohatosti jako je v lesích studované oblasti. I zde chybí náročné dendrofilní druhy zachovalých lesů. Jaká je doba nutná pro plnou obnovu lesní fauny měkkýšů není známo, v některých oblastech Čech ale nedošlo k jejímu plnému obnovení dokonce v průběhu celé poledové doby (Ložek 2011).

Existují i skupiny, které může postup sukcese ovlivnit negativně. Pro xerofilní motýly je velmi důležité otevřené slunné stanoviště bez zapojeného lesa, s občasnými dřevinami. Pokud se tedy sukcese vegetace na lokalitě ubírá směrem ke vzniku lesního biotopu, druhová bohatost xerofilních motýlů klesá. Naopak bude-li vývoj směřovat ke xerothermní stepi, bude se diverzita zvyšovat (Beneš et al. 2003).

Vliv směru sukcese ke vzniku lesa či xerothermní stepi se také odráží na výskytu některých druhů suchozemských plžů. V rámci této studie se mi podařilo tento vliv prokázat na postupném mizení stepních druhů *Truncatellina cylindrica* a *Xerolenta obvia*

(Obr. 8) na lokalitách s přibývajícím lesním porostem. Naopak kdyby nedocházelo k postupnému zalesnění, neobjevily by se lesní druhy jako *Monachoides incarnatus* nebo *Cepaea hortensis* (Obr. 9).

4.2.2 Složení malakocenóz v průběhu sukcese

Pfleger (2000) uskutečnil v letech 1994–1998 sběry měkkýšů ve vybraných lomech v Českém krasu. Dva z nich jsem zkoumala také, proto mi přišlo zajímavé porovnat nalezené druhy s odstupem cca patnácti let. Neporovnávala jsem abundance druhů, protože autor neuvádí přesné informace o velikostech odebraných hrabankových vzorků. Oproti druhům, které zaznamenal Pfleger (2000) jsem shledala jisté rozdíly. V lomu Kobyla jsem na mnou vybraných plochách nenalezla druhy *Xerolenta obvia*, *Cepaea vindobonensis*, *Perpolita hammonis*, *Trochulus hispidus* a *Arianta arbustorum*. Nepřítomnost *X. obvia* pravděpodobněji souvisí s pokročilejším stupněm sukcese. Druh *C. vindobonensis* jsem sice na svých plochách nezaznamenala, ale při návštěvě tohoto lomu jsem jej spatřila v jeho jiných částech.

V lomu na Chlumu jsem nezaznamenala druhy *Aegopinella minor*, *Euomphalia strigella* – ty se obvykle vyskytují v počátečních stádiích zarůstání lesem a *Oxychillus cellarius*. Naopak jsem navíc našla druhy *Alinda biplicata*, *Chondrina avenacea*, *Oxychillus draparnaudi* a *Pupilla sterrii*. *P. sterrii* a *Ch. avenacea* představují náročnější prvky xerothermních stanovišť, *A. biplicata* a *O. draparnaudi* zase poukazují směr k lesním společenstvům, přičemž *O. draparnaudi* je synantropním druhem.

Na základě nalezených druhů jsem se rozhodla obecně charakterizovat postup sukcese malakocenóz v opuštěných lomech probíhající přibližně sto let. Pro prvotní stádia sukcese ve vápencových lomech jsou charakteristické xerothermní druhy, především *Xerolenta obvia*.

V další fázi sukcese (cca 30–40 let od ukončení těžby), kdy už je v lomech zapojenější bylinné patro a objevují se první keře a stromy, nejpravděpodobněji nalezneme druhy *Granaria frumentum* a *Vallonia pulchella*. Není také neobvyklé zaznamenat ještě přítomnost druhu *Cepaea vindobonensis*, ale *Xerolenta obvia* je již na značném ústupu.

Postupně začíná převládat stromové patro a tak se objevují již lesní druhy (cca 50–60 let od ukončení těžby). Nejedná se ještě o zapojený les, proto i nadále přetrvávají některé druhy otevřených stanovišť. V takovýchto lomech se můžeme nejčastěji setkat s druhy *Acantinula aculeata*, *Cochlodina laminata*, *Discus rotundatus*, *Euconulus fulvus* nebo ještě stepní druh *Vallonia pulchella*.

Nejstarší mnou studované lomy (cca 80–100 let od ukončení těžby) byly již zarostlé kontinuálním lesem. Tomu také nasvědčovalo složení malakofauny. Typickými druhy pro tyto lomy jsou *Cepaea hortensis* a *Monachoides incarnatus*, jedná se tedy o fragmentárně vytvořenou lesní faunu.

V průběhu celé této sukcesní řady se vyskytovaly tři druhy. Zatímco se početnost druhu *Helix pomatia* v závislosti na čase nijak výrazně nezměnila, abundance druhu *Truncatellina cylindrica* prokazatelně klesly (Obr. 8). Oproti tomu *Vitrina pellucida* dosahovala nejvyšších abundancí v téměř nejstarších lomech.

4.3 Srovnání mlakofauny na severně a jižně orientovaných svazích lomů

Otázku porovnání malakofauny severně a jižně orientovaných svahů jsem do této práce zahrnula proto, abych zjistila, zda je možné použít do analýz sukcese malakocenóz také lomy se severní expozicí, aniž bych se tím dopustila zkreslení dat. Zajímalo mě to také proto, že bych ráda do své disertační práce zařadila některé staré severně orientované lomy a to z důvodu, že vhodných starých lomů s výhradně jižní orientací je málo. Větší datový soubor by velmi vylepšil vypovídací hodnotu celé analýzy a zejména pomohl vyřešit otázku, zda opravdu u nejstarší věkové kategorie lomů klesá druhová diversita.

Zjistila jsem, že s rostoucí dobou od ukončení těžby roste i Jaccardův index podobnosti, který je spočítán na základě počtu společných a odlišných druhů na severně a jižně orientovaných svazích lomu. S pokračující sukcesí se tedy severně a jižně orientované svahy stávají z hlediska malakofauny podobnějšími.

Také jsem zjistila, že na severní straně bývá více druhů plžů než na jižní. Vyšší početnost druhů na severu může být zapříčiněna vyšší vlhkostí na méně osluněném svahu, přičemž vlhkost je jedním z význačných limitujících faktorů pro výskyt suchozemských plžů (Martin & Sommer 2004). Tento rozdíl vlhkosti se postupně smazává s rostoucím stářím lomu a s ním přibývajícím zastíněním stromovým patrem a též se zmenšují rozdíly v druhovém složení malakofauny.

Na základě těchto zjištění si myslím, že je možné zařadit do analýz data získaná ze starších lomů (90 let a více) se severní orientací, ale data z mladších lomů bych raději vyřadila. Ovšem také si uvědomuji, že bude ještě nutné doplnit dataset o další dvojice s opačnou expozicí svahů, aby bylo možné data statisticky vyhodnotit a aby byly výsledky dostatečně průkazné.

5 Závěr

Prvním cílem této diplomové práce bylo zjistit, které faktory prostředí nejvíce ovlivňují složení malakocenóz v různou dobu opuštěných vápencových lomech. Ze získaných výsledků z mnohorozměrných analýz jsem zjistila, že největší vliv má typ okolní vegetace lomu. Velký vliv má také světlo a pokryvnost stromového patra (E3). U těchto dvou proměnných je nutné vzít v potaz, že jsou výrazně zkorelovány s teplotou, vlhkostí, množstvím živin a stářím lomu.

Dále jsem prokázala, že stáří lomu má vliv na druhové složení malakocenóz, ale opět bylo nutné nezapomenout na korelace stáří s ostatními proměnnými. Počet druhů v závislosti na stáří lomu roste, ale u nejstarších lomů je znatelný, i když neprůkazný, trend úbytku druhů. Pro potvrzení tohoto trendu bude nutné zvýšit množství lokalit. Také jsem se snažila vystihnout typické druhy měkkýšů pro čtyři stádia sukcese.

Kvůli nedostatečnému množství vzorků z lomů se severně a jižně orientovaným svahem bylo možné vyhodnotit jen předběžně, zda se malakofauna na obou svazích liší. Ukázalo se, že zde jsou jisté rozdíly, avšak s postupem času se zmenšují. Usuzuji z toho, že by bylo možné zařadit do sukcesní řady s výlučně jižně orientovanými lomy i staré lomy se severní expozicí. Avšak pro průkaznější výsledky bude nutné zvýšit počet lokalit.

Sukcese společenstev je bezesporu zajímavým dějem a lomy se přímo nabízejí, abychom v nich sukcesi studovali. Touto prací jsem se snažila poukázat na to, že i měkkýši jsou v hodnou skupinou k jejímu studiu. Obzvlášť ve vápencových lomech, které poskytují vhodné útočiště mnoha druhům.

6 Poděkování

Ráda bych moc a moc poděkovala své školitelce RNDr. Lucii Juříčkové, PhD. za vymyšlení skvělého tématu, které mě oslovilo, za inspirativní návrhy, nápady a rady v průběhu vypracování této práce, za to, že mi věnovala čas, když bylo nutné zajet do terénu nebo když jsem potřebovala zkontrolovat, zda jsem určila všechny ulity správně. Děkuji jí také za přátelskou atmosféru, která díky ní ve „šnekařské“ komunitě na fakultě panuje.

Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Karlu Žákovi, Csc. a RNDr. Vojenu Ložkovi DrSc. z Geologického ústavu AV ČR a také Ing. Vojenu Ložkovi ml. ze Správy CHKO Český kras za důležité informace ohledně opuštěných lomů, na jejichž základě jsem vybírala vhodné lomy pro svůj výzkum.

Za sepsání fytocenologických snímků a jejich vyhodnocení velice děkuji Mgr. Jitce Horáčkové, která byla velmi ochotná a udělala tuto práci, i když své má až nad hlavu.

Velké díky náleží také Mgr. Janě Škodové, která mě zasvětila do tajů statistiky a mnohorozměrných analýz. Za konzultaci statistických výsledků chci též poděkovat doc. RNDr. Zuzaně Münzbergové PhD.

Nakonec, ale rozhodně ne nejméně, chci poděkovat své rodině a kamarádům za to, že vydrželi mé vrtochy. Nejvíce vděčná jsem svému manželovi Martinovi, protože se o mě dobře staral, když jsem to potřebovala. Díky také za jeho inspiraci, když mi docházela slova, nápady i naděje.

7 Literatura

- Bazzaz, E A. 1975:** Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology* 56: 485–488.
- Bell, J. R., Cullen, W. R. & Wheeler, C. P. 1998:** The structure of spider communities in limestone quarry environments. *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology, Edinburgh 1997*: 253–259.
- Beneš, J., Kepka, P. & Konvička, M. 2003:** Limestone quarries as refuges for European Xerophilous Butterflies. *Conservation Biology* 17 (4): 1058–1069.
- Bisevac, L. & Majer, J. D. 1999:** Comparative study of ant communities of rehabilitated mineral sand mines and Healthland, Western Australia. *Restoration Ecology* 7 (2): 117–126.
- Cantlon, J. E. 1953:** Vegetation and Microclimates on North and South Slopes of Cushetunk Mountain, New Jersey. *Ecological Monographs* 23 (3): 241–270.
- Cullen, W.R., Wheeler, C.P. & Dunleavy P.J. 1998:** Establishment of species-rich vegetation on reclaimed limestone quarry faces in Derbyshire UK. *Biological Conservation* 84: 25–33.
- Davis, B.N.K. & Jones P.E. 1978:** The ground arthropods of some chalk and limestone quarries in England. *Journal of Biogeography* 5: 159–171.
- Davis, B.N.K. 1979:** Chalk and limestone quarries as wildlife habitats. *Environmental Geochemistry and Health* 1 (2): 48–56.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. 1992:** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 1–248.
- Hennekene, S. M. & Schaminee, J. H. J. 2001:** TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
- Herben, T. & Münzbergová, Z. 2003:** Zpracování geobotanických dat v příkladech. Část I. Data o druhovém složení. Praha, 118 pp. (www.natur.cuni.cz/~herben)
- Hlaváč, J. 2002:** Malakofauna koněpruské oblasti (Český kras) – lesní, stepní a druhotná stanoviště. *Český kras* 28: 4–8.
- Horsák, M., Hájek, M., Tichý, L. & Juříčková, L. 2007:** Plant indicator values as a tool for land mollusc autecology assessment. *Acta Oecologica* 32: 161–171.

- Horsák, M. Juříčková, L., Beran, L., Čejka, T. & Dvořák, L. 2010:** Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. *Malacologica Bohemoslovaca*, 1: 1–37.
- Chuman, T. 2007:** Přispívají těžební tvary k biodiverzitě krajiny? – In: Dreslerová, J. & Grohmanová, L. (eds.): *Venkovská krajina 2007. Sborník z 5. ročníku mezinárodní mezioborové konference, konané 18. – 20. května 2007 v Hostětíně, Bílé Karpaty*: 47–52.
- Jian-Gang Yuan, Wei Fang, Ling Fan, Yan Chen, Dong-Qing Wang & Zhong-Yi Yang 2006:** Soil formation and vegetation establishment on the cliff face of abandoned quarries in the early stages of natural colonization. *Restoration Ecology* Vol. 14, No. 3: 349–356.
- Karešová, P. 2007:** *Spontánní sukcese vegetace v opuštěných lomech v Českém krasu. Porovnání výskytu druhů v lomech a okolí*. Bakalářská práce. Katedra botaniky Biologické fakulty JU, České Budějovice, 65 pp.
- Kotowski, W., van Andel, J., van Diggelen, R. & Hogendorf, J. 2001:** Responses of fen plant species to groundwater level and light intensity. *Plant Ecology* 155: 147–156.
- Kůrka, A. 2000:** Sukcese arachnocenóz v povrchových vápencových lomech v Českém krasu (pavouci – Araneae). *Český kras* 26: 22–27.
- Lepš, J. & Šmilauer, P. 2000:** *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. Biologická fakulta JČU, České Budějovice, 102 pp.
- Ložek, V. 1956:** *Klíč československých měkkýšů*. Vydavatel'stvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava, 435 pp.
- Ložek, V. 1962:** Soil condition and their influence on terrestrial gasteropoda in central Europe. – In: Murphy, P. W. (eds.): *Progress in soil zoology*. Butterworths, London: 334–342.
- Ložek, V. 1974:** Měkkýši Českého krasu z hlediska ochrany přírody. *Bohemia centralis* 3: 163–174.
- Ložek, V. 1980:** K osudu opuštěných lomů v chráněných územích. *Památky a příroda* 5 (6): 359–365.
- Ložek, V. 2011:** *Zrcadlo minulosti: Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Dokořán, Praha, 198 pp.
- Ložek, V. & Cílek, V. 1992:** Ekologická těžba v koněpruské oblasti, rekultivační studie. *Ochrana přírody* 47 (3): 72–75.

- Majoor, G. D. & Lever, A. J. 1999:** Succession in snail fauna of a rehabilitated limestone quarry near Maastricht, The Netherlands. *Basteria* 63: 83–88.
- Maltz, T. K. 2011:** Molluscan fauna of abandoned crystalline limestone quarry in Rogózka (Lower Silesia, Krowiarki Range, Stronie Śląskie Commune). *Folia malacologica* 19 (3): 139–153.
- Martin, K. & Sommer, M. 2004:** Relationships between land snail assemblage patterny and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *Journal of Biogeography* 31: 531–545.
- McCune, B. & Keon, D. 2002:** Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science*, 13: 603–606.
- Novák, J. & Konvička, M. 2006:** Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26: 113–122.
- Novák, J. & Prach, K. 2003:** Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale. *Applied vegetation Science* 6: 111–116.
- O'Connor, I. & Aarssen, W. 1987:** Species association patterns in abandoned sand quarries. *Vegetatio* 73: 101–109.
- Pfleger, V. 2000:** Měkkýši modelových lokalit Českého krasu. *Český kras* 26: 28–32.
- Prach, K. & Pyšek, P. 2001:** Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological engineering* 17: 55–62.
- Prokop, F. 1951:** *Soupis lomů ČSR č. 42 – okres Praha-město a Praha venkov-sever*. Praha: Státní geologický ústav ČSR, 185 pp.
- Prošková, T. 2009:** *Vývoj vegetace v lomech Českého krasu*. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí UK, Praha, 76 pp.
- Růžicková, S. 2008:** *Faktory ovlivňující sukcesi lesních malakocenóz na území CHKO Bílé Karpaty*. Diplomová práce. Ústav botaniky a zoologie MU, Brno, 71 pp.
- Říhová, D. 2009:** *Rozklad schránek suchozemských plžů v lesních ekosystémech*. Diplomová práce. Katedra zoologie UK, Praha, 89 pp.
- Schaffers, A. P. & Sýkora, K. V. 2000:** Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science* 11: 225–244.
- StatSoft, Inc. 2011:** STATISTICA (data analysis software system), version 10.
www.statsoft.com

- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. 2002:** *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Biometris, Wageningen & České Budějovice, 500 pp.
- Tichý, L. 2002:** JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451–453.
- Tichý, L. & Sádlo, J. 2001:** Revitalizace vápencových lomů. *Ochrana přírody* 56 (6): 178–182.
- Tropek, R., Kadlec, T., Karešová, P., Spitzer, L., Kočárek, P., Melnovský, I., Bednář, P., Tuf, I. H. & Konvička M. 2010:** Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47: 139–147.
- Tropek, R. & Konvička, M. 2008:** Can quarries supplement rare xeric habitats in a piedmont region? Spiders of The Blanský les Mts, Czech republic. *Land Degradation & Development* 19: 104–114.
- Ursic, K.A., Kenkel, N.C. & Larson, D.W. 1997:** Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries. *Journal of Applied Ecology*, 34: 289–303.
- Vachtl, J. 1949a:** *Soupis lomů ČSR č. 31 – okres Beroun*. Státní geologický ústav ČSR, Praha, 102 pp.
- Vachtl, J. 1949b:** *Soupis lomů ČSR č. 39 – okres Praha-jih*. Státní geologický ústav ČSR, Praha, 76 pp.
- van der Maarek, E. 1979:** Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39: 97–114.
- Waldén, H. W. 1981:** Communities and diversity of land molluscs in scandinavian woodlands. I. High diversity communities in taluses and boulder slopes in SW Sweden. *Journal of Conchology* 30: 351–372.
- Wäreborn, I. 1970:** Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos* 21(2): 285–291.
- Wheater, C. P. & Cullen, W. R. 1997:** The flora and invertebrate fauna of abandoned limestone quarries in Derbyshire, United Kingdom. *Restoration ecology* 5(1): 77–84.

8 Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1: Mapa s rozmístěním lokalit v Českém krasu

Příloha 2: Fotografie lomů

Příloha 3: Proměnné prostředí v lomech

Příloha 4: Ellenbergovy hodnoty zkoumaných lomů

Příloha 5: Přehled počtů jedinců nalezených druhů a jejich výskyt na lokalitách

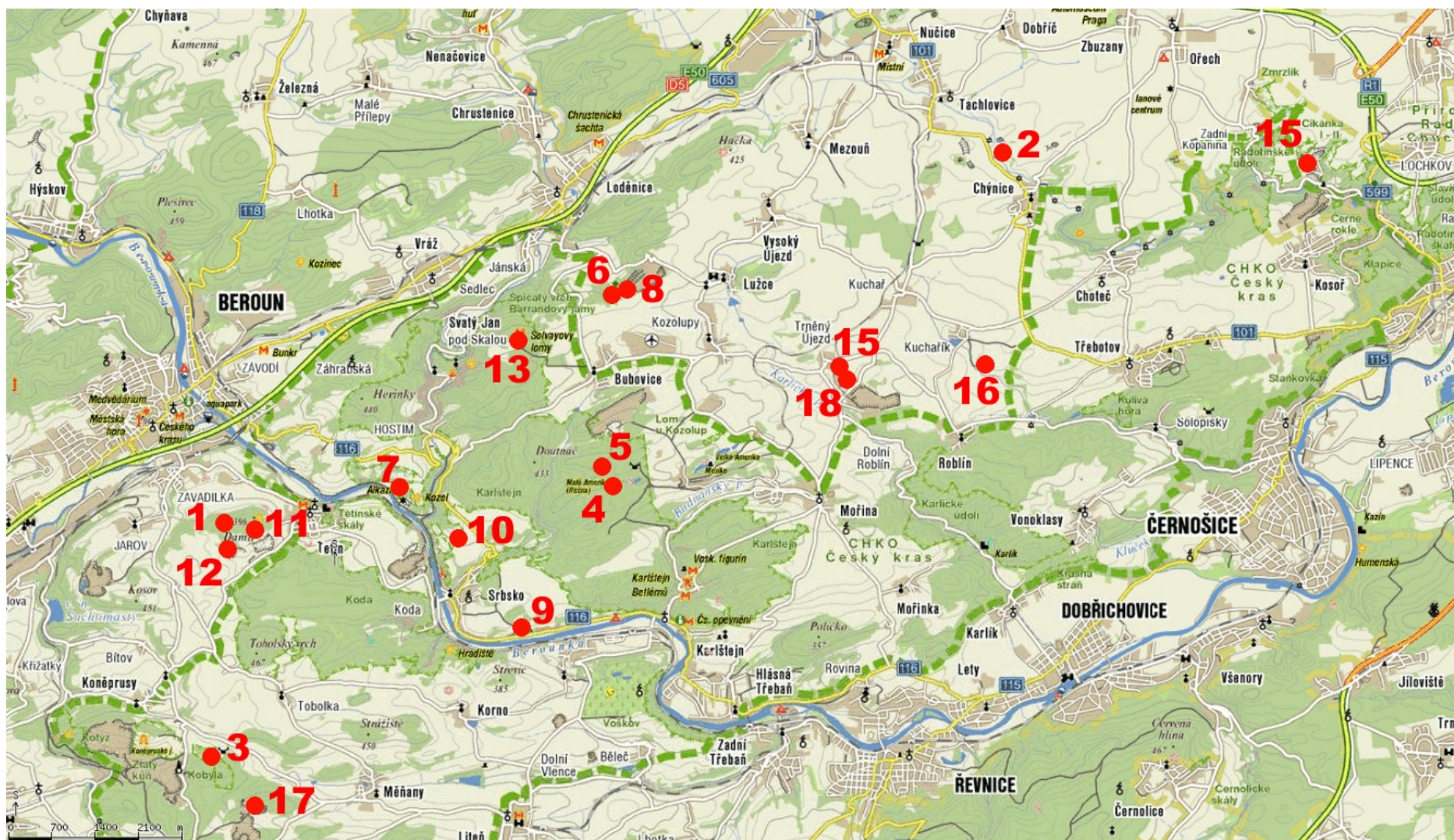
Příloha 6: Abundance čerstvých jedinců na jednotlivých lokalitách

Příloha 7: Korelace živých druhů a proměnných

Příloha 8: Vzájemné korelace všech proměnných

Příloha 9: Přehled použitých zkratk proměnných

Příloha 1: Mapa s umístěním lokalit v oblasti Českého krasu. Lomy jsou očíslovány od nejstaršího po nejmladší (viz Tab. 1). Mapu jsem převzala z webových stránek <http://mapy.cz/> (aktuální ke dni 18. 8. 2012).



Příloha 2: Fotografie jednotlivých lokalit jsou seřazeny od nejstarší po nejmladší a jsou očíslovány jako v tabulce 1. Bohužel zde nejsou z technických důvodů fotografie lomu Na Sekyře (1) a Záloženského lomu (8). Autorkou fotografií číslo 5, 15, 17 a 18 je Lucie Juříčková. Fotografie č. 9 pořídila Jitka Horáčková. Ostatní fotografie jsem pořídila osobně.



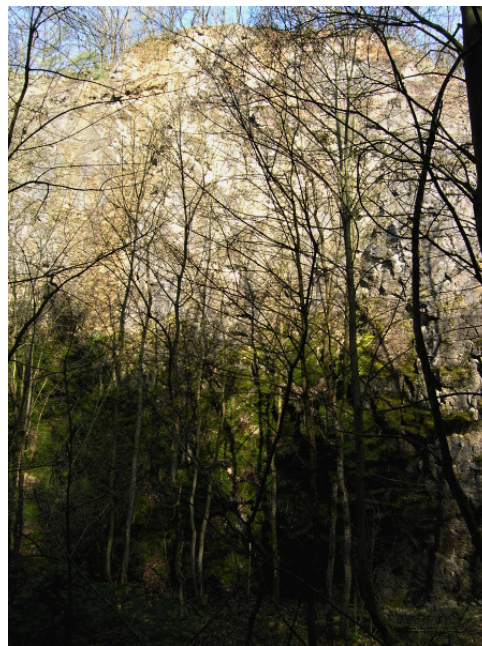
2. Lom Pod Prostředním mlýnem



3. Lom Kobyla



4. Budňanský lom



5. Lom Kamensko



6. Cífkův lom



7. Lom Alkazar



9. Petzoldův lom



10. Lom na Chlumu



11. Hegerův lom



12. Nový Bílý lom



13. Solvayův lom



14. Lom v PP Cikánka II.



15. Lom Starý Čížovec



16. Lom Kuchařík



17. Lom Plešivec



18. Lom Nový Čížovec

Příloha 3: Proměnné prostředí a klimatické faktory studovaných lokalit. E3 – stromové patro, E2 – keřové patro, E1 – bylinné patro, E0 – mechové patro.

Lom	Doba od ukončení těžby	Expozice	Sklon ve stupních	Přítomnost sutí	Typ okolní vegetace	Pokryvnosti vegetačních pater v %			
						E3	E2	E1	E0
Alkazar	70	J	25	NE	step	45	65	40	15
Nový Bílý	48	JV	0	ANO	step, přír.les	1	3	70	0
Budňanský	80	J	10	ANO	přír.les	40	40	5	15
Cífkův	70	J	35	ANO	kult.les, přír.les	10	75	15	90
Lom v PP Cikánka II.	45	J	4	NE	step, kult.les	0	1	20	5
Hergetův	48	J	5	ANO	step	15	25	35	80
Na Chlumu	49	J	1	ANO	pole, step, přír. les	0	20	35	0
Kamensko	80	J	10	NE	přír.les	50	30	15	90
Kobyła jih	81	JZ	20	ANO	pole, přír.les	15	20	15	85
Kobyła jih	81	S	0	ANO	pole, přír.les	75	30	15	35
Kuchařík jih	27	J	45	ANO	pole	1	2	30	5
Kuchařík jih	27	S	5	ANO	pole	0	0	10	40
Nový Čížovec	4	J	5	ANO	pole, step, kult. les	0	20	15	20
Petzoldův	50	J	45	NE	pole, step, přír. les	0	5	5	0
Plešivec	16	J	0	NE	kult.les	0	25	5	0
Pod Prostředním mlýnem jih	95	J	2	ANO	pole, přír.les	65	10	25	60
Pod Prostředním mlýnem sever	95	S	5	ANO	pole, přír.les	35	15	40	15
Na Sekyře	100	JV	15	ANO	kult.les, přír.les	75	40	60	95
Solvayův	47	J	0	ANO	přír.les	10	35	15	0
Starý Čížovec	42	J	30	ANO	pole, step, kult. les	30	60	10	15
Záloženský jih	60	J	5	ANO	pole, přír.les	20	95	5	5
Záloženský sever	60	S	40	ANO	pole, přír.les	60	40	40	60

Příloha 4: Ellenbergovy indikační hodnoty studovaných lokalit.

Lom	LIGHT	TEMP	CONT	MOIST	SOIL	NUTR
Alkazar	5,8	5,3	3,6	4,9	7,1	6,7
Nový Bílý	7,5	5,9	4,6	3,3	7,6	3
Budňanský	5	5,4	3,8	5	7	5,9
Cífkův	5,2	5,6	3,8	4,8	7	5,1
Lom v PP Cikánka II.	7,4	5,9	4,5	3,1	7,3	2,5
Hergetův	6,5	5,6	3,6	4	7,3	4,6
Na Chlumu	7	5,8	4,3	3,9	7,4	3,3
Kamensko	4,5	5,5	3,8	5,1	7,1	5,4
Kobyla jih	5,8	5,4	4,1	4,4	6,6	4,4
Kobyla jih	5,8	5,4	4	4,6	6,4	5,2
Kuchařík jih	6,8	5,7	3,9	4,3	6,8	4,4
Kuchařík jih	6,4	5,6	4,1	4	6,8	4,1
Nový Čížovec	7,7	6	2,5	4	7	3,7
Petzoldův	8,2	5,8	3,4	3	7,4	2,1
Plešivec	7,1	5,9	4,1	4,7	6,6	3,6
Pod Prostředním mlýnem jih	4,9	5,1	3,3	5,3	6,5	7,1
Pod Prostředním mlýnem sever	5,3	5,3	3,6	5,1	6,3	6,6
Na Sekyře	5,3	5,4	3,6	5,2	6,6	6,9
Solvayův	6,5	5,8	4,3	4	7,4	3,7
Starý Čížovec	6	5,5	3,9	4,4	6,6	4,4
Záloženský jih	5,7	5,9	4,1	4,6	7	4,7
Záloženský sever	5,8	5,8	4,1	4,5	6,5	4,4

Příloha 5: Korelace mezi všemi proměnnými, které jsem získala pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Zobrazeny jsou pouze statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$; $*p < 0,01$; $**p < 0,001$). Tučně jsou označeny hodnoty signifikantní na hladině významnosti po Bonferroniho korekci ($p < 0,0025$). Zkratky proměnných jsou vysvětleny na str. 12 anebo v příloze 9.

	AGE	SCREE	FIELD	STEPPE	MonocFor	NatFor	LIGHT	TEMP	CONT	MOIST	SOIL
SCREE	n.s.										
FIELD	n.s.	n.s.									
STEPPE	n.s.	n.s.	n.s.								
MonocFor	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.							
NatFor	*0,688	n.s.	n.s.	*-0,681	n.s.						
LIGHT	**0,749	n.s.	n.s.	0,542	n.s.	*-0,632					
TEMP	**0,742	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**0,746				
CONT	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
MOIST	*0,620	n.s.	n.s.	-0,550	n.s.	n.s.	**0,876	*-0,693	n.s.		
SOIL	n.s.	n.s.	n.s.	0,504	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*-0,682	
NUTR	*0,676	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**0,894	**0,776	-0,511	**0,912	-0,543
ALTITUDE	n.s.	n.s.	n.s.	*-0,648	n.s.	n.s.	-0,516	n.s.	n.s.	*0,591	*-0,592
RADIAT	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,485	-0,470	n.s.	n.s.
E3	**0,729	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**0,869	**0,812	n.s.	**0,816	n.s.
E2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,589	n.s.	n.s.	0,559	n.s.
E1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E0	0,566	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*-0,675	*-0,601	-0,536	*0,636	-0,500
VegDCA1	**0,762	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,506	**0,957	**0,824	n.s.	**0,885	-0,475
VegDCA2	n.s.	n.s.	n.s.	*0,632	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*-0,598	*0,640
VegDCA3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,517	n.s.	n.s.
VegDCA4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,506	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LiveM	0,548	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*0,640	-0,483	-0,572	n.s.	n.s.	n.s.

[illegible]

Příloha 6: Seznam všech nalezených druhů zařazených do čeledí, jejich početnost a výskyt. Lokality jsou zapsány čísly, která jsou přiřazena podle stáří lomu, případně je zapsána expozice (viz Tab. 1). Tučně jsou zvýrazněny lomy, kde se nacházeli čerství jedinci. Hvězdičkou jsou označeny druhy, případně čeledi, které nebyly zařazené do analýz (také viz str. 11).

<u>Čeď</u> Druh	Zkratka druhu	Počet čerstvých jedinců	Počet všech jedinců	Lokality nálezů
<u>Lymnaeidae</u>				
* <i>Galba truncatula</i> (Müll., 1774)	Gal tru	0	250	13
<u>Planorbidae</u>				
* <i>Gyraulus crista</i> (L., 1758)	Gyr cri	0	246	13
<u>Carychiidae</u>				
<i>Carychium minimum</i> (Müll., 1774)	Car min	2	9	5
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	Car tri	94	1473	1, 4, 5 , 8S
<u>Cochlicopidae</u>				
<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müll., 1774)	Coc luA	3	19	15
<i>Cochlicopa lubricella</i> (Ross., 1835)	Coc luE	35	307	2J, 2S, 3J, 3S, 4, 9, 10, 11, 15
<u>Chondrinidae</u>				
<i>Granaria frumentum</i> (Drap., 1801)	Gra fru	106	1864	2J, 3J, 3S, 7, 9, 10, 11, 12–15 , 17, 18
<i>Chondrina avenacea</i> (Brug., 1792)	Cho ave	118	503	3J, 3S, 7, 9, 10, 13, 14
<u>Pupillidae</u>				
<i>Pupilla muscorum</i> (L., 1758)	Pup mus	3	288	3J, 9, 10, 11, 15
<i>Pupilla sterrii</i> (Voith, 1840)	Pup ste	10	368	7, 9 , 10, 13
<i>Pupilla triplicata</i> (Studer, 1820)	Pup tri	0	16	14
<u>Valloniidae</u>				
<i>Vallonia costata</i> (Müll., 1774)	Val cos	18	906	1, 2S, 3J, 3S, 7, 9 , 10, 14, 16S
<i>Vallonia excentrica</i> (Sterki, 1893)	Val exc	0	2	9
<i>Vallonia pulchella</i> (Müll., 1774)	Val pul	101	3565	1, 2J, 2S, 3J, 3S, 4, 6, 8J, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16J, 16S, 17, 18
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müll., 1774)	Aca acu	91	803	3J, 3S, 4, 5, 6, 8J, 8S, 15
<u>Vertiginidae</u>				
<i>Columella edentula</i> (Drap., 1805)	Col ede	12	72	4, 5
<i>Truncatellina cylindrica</i> (A. Fér., 1807)	Tru cyl	531	9050	1, 2–3, 4, 5–18
<i>Vertigo pusilla</i> (Müll., 1774)	Ver pus	77	574	2J, 2S, 15
<i>Vertigo pygmaea</i> (Drap., 1801)	Ver pyg	3	3	13
<u>Buliminidae</u>				
<i>Merdigera obscura</i> (Müll., 1774)	Mer obs	3	167	1, 7, 16S

<u>Čeleď</u> Druh	Zkratka druhu	Počet čerstvých jedinců	Počet všech jedinců	Lokality nálezu
<u>Clausiliidae</u>				
<i>Cochlodina laminata</i> (Mont., 1803)	<i>Coc lam</i>	30	319	3J, 3S, 4, 5, 6, 7, 8J, 8S, 12, 13
<i>Clausilia dubia</i> (Drap., 1805)	<i>Cla dub</i>	14	191	1
<i>Clausilia pumila</i> (Pfeif., 1828)	<i>Cla pum</i>	28	240	4, 5
<i>Alinda biplicata</i> – hladká (Mont., 1803)	<i>Ali biH</i>	60	1315	7, 9
<i>Alinda biplicata</i> – žebernatá (Mont., 1803)	<i>Ali bip</i>	91	1542	1, 2J, 2S, 4, 9, 10, 11, 14, 16S, 17, 18
<i>Bulgarica nitidosa</i> (Uličný, 1893)	<i>Bul nit</i>	138	1355	3J, 3S, 4, 5, 7, 9, 10, 13
<u>Ferussaciidae</u>				
<i>Ceciloides acicula</i> (Müll., 1774)	<i>Cec aci</i>	20	676	1, 3J, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16J, 16S
<u>Punctidae</u>				
<i>Punctum pygmaeum</i> (Drap., 1805)	<i>Pun pyg</i>	167	1757	1, 2J, 2S, 3J, 3S, 4, 5, 6, 8J, 8S, 11, 13, 15
<u>Discidae</u>				
<i>Discus rotundatus</i> (Müll., 1774)	<i>Dis rot</i>	50	409	1, 2S, 3S, 4, 5, 6, 8S, 9, 10, 11, 13, 16S
<u>Euconulidae</u>				
<i>Euconulus fulvus</i> (Müll., 1774)	<i>Euc ful</i>	20	375	1, 3J, 3S, 4, 5, 6, 8J, 8S, 10, 11, 13
<u>Zonitidae</u>				
<i>Vitrea contracta</i> (West., 1871)	<i>Vit noc</i>	0	1	2S
<i>Aegopinella minor</i> (Stabile, 1864)	<i>Aeg min</i>	35	321	1, 2J, 2S, 3J, 3S, 4, 5, 6, 8J, 8S, 11, 13, 14, 15, 16S
<i>Aegopinella pura</i> (Alder, 1830)	<i>Aeg pur</i>	22	295	3J, 3S, 4, 5, 6
<i>Perpolita hammonis</i> (Ström, 1765)	<i>Per ham</i>	6	53	2S
<i>Oxychilus</i> sp. (Fitz., 1833)	<i>Oxy sp.</i>	1	1	9
<i>Oxychilus cellarius</i> (Müll., 1774)	<i>Oxy cel</i>	51	241	2J, 2S, 3S, 4, 5, 7, 14, 15, 16J
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck, 1837)	<i>Oxy dra</i>	0	7	10
<u>Vitrinidae</u>				
<i>Semilimax semilimax</i> (J. Fér., 1802)	<i>Sem sem</i>	47	47	4, 5
<i>Vitrina pellucida</i> (Müll., 1774)	<i>Vit pel</i>	826	826	1-15, 16S, 17
<u>Milacidae</u>				
* <i>Tandonia rustica</i> (Millet, 1843)	<i>Tan rus</i>	1	1	10
<u>Limacidae</u>		1	3	1, 7
* <i>Limax cinereoniger</i> (Wolf, 1803)	<i>Lim cin</i>	9	9	1, 2S, 3, 4, 5
* <i>Malacolimax tenellus</i> (Müll., 1774)	<i>Mal ten</i>	6	6	1
* <i>Lehmannia marginata</i> (Müll., 1774)	<i>Leh mar</i>	1	1	3J
* <u>Agriolimacidae</u>		0	3	3S
<u>Boettgerillidae</u>				
* <i>Boettgerilla pallens</i> (Simroth, 1912)	<i>Boe pal</i>	2	2	2S, 15
<u>Arionidae</u>				
* <i>Arion distinctus</i> (Mabille, 1868)	<i>Ari dis</i>	5	5	16S
* <i>Arion fuscus</i> (Müll., 1774)	<i>Ari fus</i>	18	18	1, 2J, 2S, 4, 5
<u>Bradybaenidae</u>				
<i>Fruticicola fruticum</i> (Müll., 1774)	<i>Fru fru</i>	1	13	7

<u>Čeled'</u> Druh	Zkratka druhu	Počet čerstvých jedinců	Počet všech jedinců	Lokality nálezů
<u>Hygromiidae</u>				
<i>Helicodonta obvoluta</i> (Müll., 1774)	<i>Hel obv</i>	6	12	3J, 3S
<i>Euomphalia strigella</i> (Drap., 1801)	<i>Euo str</i>	6	91	1, 3J, 3S, 7, 8J, 8S, 9, 11, 12, 15
<i>Monacha cartusiana</i> (Müll., 1774)	<i>Mon car</i>	9	30	13, 14, 15
<i>Trochulus hispidus</i> (L., 1758)	<i>Tro his</i>	2	46	2J , 2S, 14
<i>Petasina unidentata</i> (Drap., 1805)	<i>Pet uni</i>	16	241	4, 5
<i>Xerolenta obvia</i> (Menke, 1828)	<i>Xer obv</i>	58	459	1, 2J, 7, 8J, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16-18
<i>Monachoides incarnatus</i> (Müll., 1774)	<i>Mon inc</i>	49	506	1, 2J, 2S, 3J, 3S, 4, 5, 6, 7, 8J, 8S
<i>Urticicola umbrosus</i> (Pfeif., 1828)	<i>Urt umb</i>	30	80	2J, 2S , 7
<u>Helicidae</u>				
<i>Helicigona lapicida</i> (L., 1758)	<i>Hel lap</i>	18	130	3J, 3S, 4, 5, 6, 8S, 13, 17
<i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter, 1784)	<i>Iso iso</i>	0	2	4
<i>Cepaea hortensis</i> (Müll., 1774)	<i>Cep hor</i>	12	70	1, 2J, 2S, 3S, 4, 5, 7, 8J, 8S, 16S
<i>Cepaea vindobonensis</i> (A. Fér., 1821)	<i>Cep vin</i>	28	117	2J, 6, 7, 8J, 9, 10, 13 , 14, 15, 16J, 16S, 18
<i>Helix pomatia</i> (L., 1758)	<i>Hel pom</i>	72	233	1, 2J, 2S, 3J, 3S, 4-9, 10, 11, 12-18

Příloha 7: Přehled počtu čerstvých jedinců živých druhů, které byly zahrnuty do analýz. Lomy jsou seřazeny zleva doprava od nejstarších po nejmladší. Zkratky lokalit viz Tab. 1. Zkratky druhů měkkýšů viz Příloha 6.

	Sekyra	ProsM_J	ProsM_S	KobylaJ	KobylaS	Budnan	Kamen	Alkazar	Cífkuv	Zaloz_J	Zaloz_S	Petzold	Chlum	BilyLom	Hegert	Solvay	Cikanka	StCiz	Kuch_J	Kuch_S	Plesiv	NovCiz
<i>Aca acu</i>				5	15	28	8		4	5	7							19				
<i>Aeg min</i>	2	7	7				2		4		2				1	4		3		3		
<i>Aeg pur</i>				1	11	9	1															
<i>Ali bip</i>	9	14	21			4						5	9				20			5	4	
<i>Ali biH</i>								7				53										
<i>Bul nit</i>				4	49		19	7				3	23			33						
<i>Car min</i>							2															
<i>Car tri</i>						196	98															
<i>Cec aci</i>				3				2				2		5	3			2	1	2		
<i>Cep hor</i>	3	2	1			1	2	1			1									1		
<i>Cep vin</i>								1		3		12	1			3			5	2		1
<i>Cla dub</i>	14																					
<i>Cla pum</i>						15	13															
<i>Coc luA</i>																		3				
<i>Coc luE</i>		1	17		4	2						6	2		3							
<i>Coc lam</i>				4	4	5	6	1	3	4	3											
<i>Col ede</i>						4	8															
<i>Dis rot</i>			1			5	26		7		6	3			2							
<i>Euc ful</i>						6	12			1	1											
<i>Euo str</i>	1							4						1								
<i>Fru fru</i>								1														
<i>Gra fru</i>				1	3							71	1	5		8	6	7				4
<i>Hel lap</i>					7	4	5									1					1	

	Sekyra	ProsM_J	ProsM_S	KobylaJ	KobylaS	Budnan	Kamen	Alkazar	Cifkuv	Zaloz_J	Zaloz_S	Petzold	Chlum	BilyLom	Hegert	Solvay	Cikanka	StCiz	Kuch_J	Kuch_S	Plesiv	NovCiz
<i>Hel obv</i>				1	5																	
<i>Hel pom</i>		1	4	3		3	3	7	2	9	3	1		4		2	8	3	1	10	4	4
<i>Cho ave</i>				5	3			1				13	7			86	3					
<i>Iso iso</i>																						
<i>Mer obs</i>	3																					
<i>Mon car</i>																		9				
<i>Mon inc</i>	4	2	6	4	3	9	16		2		3											
<i>Oxy cel</i>			10		1	5	35															
<i>Oxy sp.</i>												1										
<i>Per ham</i>			6																			
<i>Pet uni</i>						5	11															
<i>Pun pyg</i>		4	8		15	84	47			1					3	4		1				
<i>Pup mus</i>															2			1				
<i>Pup ste</i>												8				2						
<i>Sem sem</i>						12	3															
<i>Tro his</i>		2																				
<i>Tru cyl</i>		17	2	3	14		6	23	2	5	1	42	8	36	3	29	6	122	3	8	58	143
<i>Urt umb</i>		11	19																			
<i>Val cos</i>												15					1			2		
<i>Val pul</i>				2	2				2			28	1	60		3		1	1			1
<i>Ver pus</i>		19	10															48				
<i>Ver pyg</i>																3						
<i>Vit pel</i>	8	70	116	30	79	44	167	23	2	1	13	4	21	129	7	8	33	26		41	4	
<i>Xer obv</i>																	13		31	1	7	6

Příloha 8: Korelace mezi druhy a proměnnými, které jsem získala pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu. Zobrazeny jsou pouze statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$; $*p < 0,01$; $**p < 0,001$). Tučně jsou označeny hodnoty signifikantní na hladině významnosti po Bonferroniho korekci (**$p < 0,00263$**). Ponechány jsou pouze živé druhy, které signifikantně ($p < 0,05$) korelovaly alespoň s jednou proměnnou. Zkratky proměnných jsou vysvětleny na str. 12 anebo v příloze 9. Zkratky druhů viz Příloha 6.

	AGE	SCREE	FIELD	STEPPE	MonocFor	NatFor	LIGHT	TEMP	CONT	MOIST	SOIL
<i>Aca acu</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,470	*-0,592	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Aeg min</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,549	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Aeg pur</i>	0,471	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*0,610	-0,491	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Ali biH</i>	n.s.	-0,569	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Bul nit</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,475	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Car tri</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,507	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cec aci</i>	n.s.	n.s.	n.s.	0,534	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cep hor</i>	**0,713	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*-0,695	*-0,707	-0,474	**0,787	n.s.
<i>Cep vin</i>	n.s.	n.s.	0,538	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cla pum</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,507	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Coc luE</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Coc lam</i>	0,552	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,572	*-0,664	n.s.	n.s.	0,497	n.s.
<i>Col ede</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,515	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Dis rot</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Euc ful</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,560	-0,545	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Euo str</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Gra fru</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*0,647	n.s.	n.s.	**0,755	n.s.
<i>Hel lap</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,486	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cho ave</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,515	0,490
<i>Mon inc</i>	**0,785	n.s.	n.s.	-0,585	n.s.	*0,707	**0,778	*-0,641	n.s.	*0,701	n.s.
<i>Oxy cel</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,515	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Pet uni</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,515	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Pun pyg</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,557	*-0,591	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Sem sem</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,527	-0,507	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tru cyl</i>	*-0,591	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,587	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Val cos</i>	n.s.	-0,569	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,482	n.s.	n.s.	-0,548	n.s.
<i>Val pul</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,579	n.s.
<i>Ver pus</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,495
<i>Vit pel</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Xer obv</i>	*-0,677	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,580	0,491	0,507	n.s.	n.s.	n.s.

	NUTR	ALTITUDE	RADIAT	E3	E2	E1	E0	VegDCA1	VegDCA2	VegDCA3	VegDCA4
<i>Aca acu</i>	n.s.	0,477	0,477	n.s.	0,530	-0,549	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Aeg min</i>	0,475	n.s.	n.s.	0,521	n.s.	n.s.	n.s.	0,575	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Aeg pur</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,472	n.s.	n.s.
<i>Ali biH</i>	n.s.	-0,546	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Bul nit</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Car tri</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cec aci</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cep hor</i>	**0,776	n.s.	n.s.	**0,798	n.s.	n.s.	0,533	**0,785	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cep vin</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,515	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cla pum</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Coc luE</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,488	n.s.
<i>Coc lam</i>	0,483	n.s.	n.s.	n.s.	0,523	n.s.	n.s.	0,507	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Col ede</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Dis rot</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Euc ful</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,491
<i>Euo str</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*0,650	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Gra fru</i>	** -0,752	*-0,629	n.s.	-0,516	n.s.	n.s.	-0,500	*-0,650	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Hel lap</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Cho ave</i>	-0,479	*-0,663	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Mon inc</i>	*0,633	n.s.	n.s.	*0,630	n.s.	n.s.	**0,713	*0,688	-0,526	n.s.	n.s.
<i>Oxy cel</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Pet uni</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Pun pyg</i>	n.s.	n.s.	n.s.	0,557	n.s.	n.s.	n.s.	0,550	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Sem sem</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tru cyl</i>	-0,521	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,528	-0,550	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Val cos</i>	-0,548	-0,514	n.s.	n.s.	-0,472	n.s.	n.s.	n.s.	0,542	n.s.	n.s.
<i>Val pul</i>	-0,562	n.s.	n.s.	-0,470	n.s.	n.s.	n.s.	-0,550	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Ver pus</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Vit pel</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Xer obv</i>	n.s.	n.s.	n.s.	-0,566	-0,507	n.s.	n.s.	-0,512	n.s.	n.s.	n.s.

Příloha 9: Přehled použitých zkratk proměnných.

AGE	doba od ukončení těžby
SCREE	přítomnost sutí
Surround	okolní typ vegetace
FIELD	okolní typ vegetace – pole
STEPPE	okolní typ vegetace – step
MonocFor	okolní typ vegetace – monokulturní les
NatFor	okolní typ vegetace – přirozený les
LIGHT	Ellenbergova indikační hodnota – světlo
TEMP	Ellenbergova indikační hodnota – teplota
CONT	Ellenbergova indikační hodnota – kontinentalita
MOIST	Ellenbergova indikační hodnota – vlhkost
SOIL	Ellenbergova indikační hodnota – půdní reakce
NUTR	Ellenbergova indikační hodnota – živiny
ALTITUDE	nadmořská výška v m n. m.
EXP	expozice resp. orientace toho snímku v terénu ke světové straně ve stupních
SLOPE	inklinace, resp. sklon svahu, kde se snímek dělal
RADIAT	ozáření
E3	pokryvnost stromového patra v %
E2	pokryvnost keřového patra v %
E1	pokryvnost bylinného patra v %
E0	pokryvnost mechového patra v %
VegDCA1	první vegetační osa
VegDCA2	druhá vegetační osa
VegDCA3	třetí vegetační osa
VegDCA4	čtvrtá vegetační osa
LiveM	počet živých druhů měkkýšů